tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 44 - nr. 4 - 1979

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Bestuur

Dr. Ir. W.Herstel, voorzitter
Dr. Ir. J.B.H. Peek, vice-voorzitter
Ir. G.A. van der Spek, secretaris
Ir. E. Goldstern, penningmeester
Ir. J.T.A. Neessen, programma commissaris
Ir. H.H. Ehrenburg
Ir. J.H. Huijsing
Prof.dr.ir. J.P.M. Schalkwijk

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 55,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 55,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

Redactiecommissie

Ir. M. Steffelaar, voorzitter
Ir. L.D.J. Eggermont
Ir. A. da Silva Curiel.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

Onderwijscommissie

Ir. J.H. Geels, voorzitter
Ir. J.H. van den Boorn, vice-voorzitter
Ing. A. de Jong, secretaris-penningmeester

1920
1980

ENKELE KONSEKWENTIES VAN ELEKTRONISCHE TEKSTCOMMUNICATIE VOOR OMROEP, PERS, ONDERWIJS EN PERSOONLIJK VERKEER

J.L. Bordewijk
Technische Hogeschool Delft

Inleiding

De serie voordrachten van vandaag handelt over viewdata, teletekst en teleboard ofwel over elektronische tekstcommunicatie, al of niet vergezeld van bijbehorend geluid. Elektronische tekstcommunicatie verheugt zich dezer dagen in een verrassend grote belangstelling. Toch is het langs elektronische weg overbrengen van "leesinformatie" bepaald niet nieuw. Onder de namen telegrafie, telex en facsimilé gebeurt zulks reeds jarenlang. En ook de nederlandse televisieomroep vergast ons regelmatig op enig alphanumeriek proza in de vorm van ondertiteling, tekst-intermezzo's, reclame e.d. In elektronische tekstoverdracht als zodanig schuilt dus niets nieuws.

Het nieuwe van de thans ter discussie staande systemen is gelegen in de koppeling van wat ik zou willen noemen "telegrafie-transmissiezuinigheid" met "TV-beeldschermpresentatie", een koppeling die pas in de laatste jaren mogelijk is geworden door het ter beschikking komen van voor de huiskamer betaalbare halfgeleidergeheugens en hulpcircuits.

De zuinige telegrafiecodering, ook wel typendrukcodering genoemd, maakt het mogelijk om de informatie van een honderdtal beeldschermpagina's als een soort "verstekeling" mee te sturen in bestaande, destijds wat overgedimensioneerde, TV-kanalen. In plaats van één beeldschermpagiana over te dragen onder gebruikmaking van de volle TV-kanaalbreedte, brengt men nu een honderdtal pagina's onder in een fractie van de TV-kanaalcapaciteit, zij het dat een gemiddelde wachttijd van een tiental seconden na het maken van de paginakeuze in acht moet worden genomen. We noemen dit teletekst (tekstomroep). Vraagt men individuele leesinformatie aan per telefoonlijn, waarbij uit een veel groter reservoir aan informatie kan worden geput, dan spreken we van viewdata (kiestekst). Voor de diverse interessante gebruiksmogelijkheden en technische realisatie verwijs ik u graag naar de volgende voordrachten.

Als inleiding op deze dag zou ik u een schets willen geven van de plaats van de elektronische tekstcommunicatie in het geheel van de (audio)-visuele telecommunicatie en de problemen die zich in verband daarmede voordoen, problemen die bepaaldelijk niet alleen van technische aard zijn.

Globale indeling telecommunicatie

Tot voor kort onderscheidden we op het gebied van de telecommunicatie twee naar techniek zowel als naar organisatievorm sterk gescheiden sectoren, naar hun funktie aangeduid als de sectoren van

(tele-)conversatiesystemen,

(tele-)distributiesystemen.

Tussen deze twee sectoren lijkt zich thans een derde in te dringen, die we zullen aanduiden als de sector van de

(tele-)consultatiesystemen.

De systemen in elk van deze drie sectoren kunnen we globaal onderverdelen in smalle band systemen en brede band systemen. Onder smalle band systemen zullen we verstaan systemen die in beginsel zijn ontworpen voor de overdracht van smalle band informatie zoals spraak. Voorbeelden hiervan zijn telefoonnetten en radiozenders.
Onder brede band systemen zullen we verstaan systemen die in beginsel zijn ontworpen voor de overdracht van brede band signalen zoals bewegende beelden. Voorbeelden hiervan vinden we bij televisiezenders en kabeltelevisienetten.

Conversatiesystemen

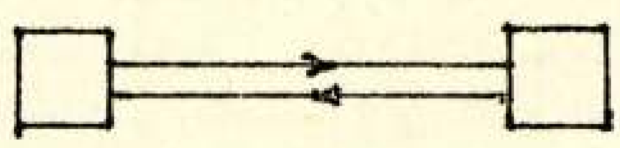


Fig. 1. Conversatie

Conversatiesystemen worden gekenmerkt door een tweerichtingsverbinding tussen twee in technisch opzicht gelijkwaardig uitgeruste partners (fig. 1).
De partners leveren elkaar "informatie" ("software", boodschappen) via een technische systeem ("hardware"), dat in de meeste landen wordt geëxploiteerd door een staatsbedrijf. De partner(s) betalen het staatsbedrijf, dat gewoonlijk ook de toestellen levert, voor het gebruik van het technisch systeem. Het staatsbedrijf verplicht zich tot geheimhouding met betrekking tot de boodschap, bemoeit zich in 't algemeen niet met de inhoud van de boodschappen en ook niet met het feit of, al of niet buiten het staatsbedrijf om, eventuele verreke-

ningen tussen de partners plaatsvinden gebaseerd op de "waarde" van de boodschap.

Conversatiesystemen zijn heden ten dage praktisch beperkt tot telefoonverbindingen ten dienste van zowel particulieren als bedrijven en tot telexverbindingen. In opkomst zijn dataverbindingen, zowel via bestaande telefoonnetten als via onafhankelijke datanetten (o.a. Eurodatanet). Ook datanetten zijn (nog) grotendeels van het smalle band type.

Volgens het boven gegeven kenmerk behoort beeldtelefonie ook tot de conversatiesystemen en wel tot het species: brede band. Voorlopig zijn pogingen om beeldtelefonie op enige schaal in te voeren gestrand op de hoge tarieven die voor beeldtelefoonverbindingen zouden moeten worden berekend.

Distributiesystemen

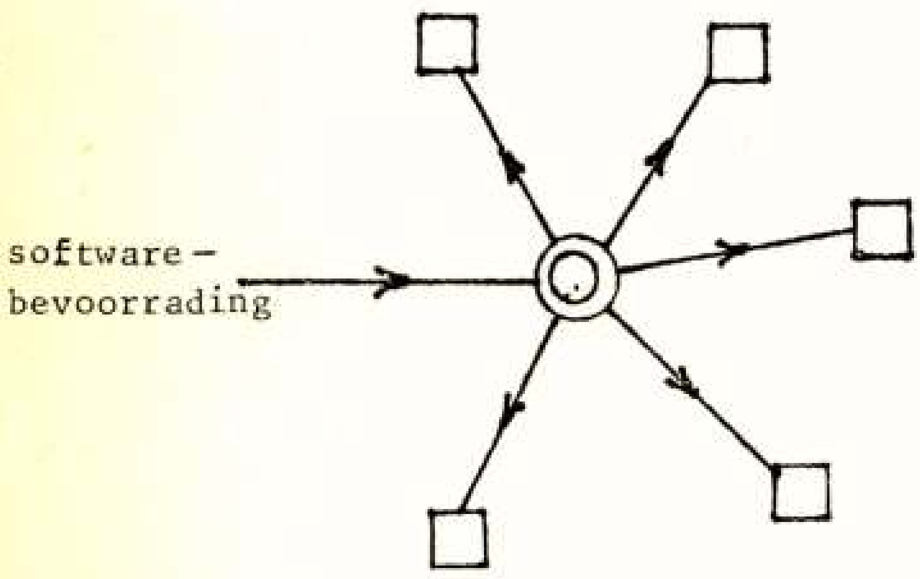


Fig. 2. Distributie

Distributiesystemen worden gekenmerkt door een (groot) aantal éénrichtingsaansluitingen op een distributiecentrum (fig. 2). Het distributiesysteem kan in technische zin open zijn (ether) of besloten (kabel). Alleen in het geval van een kabelsysteem bestaat de mogelijkheid differentiatie aan te brengen in de dienstverlening aan aangeslotenen. Dit kan van belang zijn i.v.m. betaling, vertrouwelijkheid e.d.

De "informatie" wordt, volgens een "dienstregeling" (bijv. omroepgids), geleverd door software-producenten (persagentschappen, omroeporganisatie) via een technisch systeem, dat bij etherdistributie veelal door een staatsbedrijf of omroeporganisatie wordt geëxploiteerd en dat bij kabeldistributie hetzij door een (semi)overheidsorgaan, hetzij na machtiging door particuliere bedrijven wordt geëxploiteerd.

Indien we bijzondere distributienetten, zoals politienetten en perstelexnetten in distributievorm, uitsluiten, kunnen we zeggen dat de toestellen gewoonlijk door de aangeslotenen zelf van de handel worden betrokken. De aangeslotenen betalen al of niet rechtstreeks, enerzijds voor het technisch systeem, anderzijds voor de "software" (persberichten, omroepprogramma's).

De verantwoordelijkheid voor software en hardware wordt gewoonlijk gescheiden gehouden. De verzorging van software voor publieke distributienetten is - in veel Europese landen - aan een vergunningenstelsel onderworpen.

Distributiesystemen voor het publiek vindt men in de ether- en kabelomroepnetten. Zowel smalle bandsystemen (radioprogramma's) als brede bandsystemen (televisieprogramma's) zijn op dit terrein tot ontwikkeling gekomen en niet op onoverkomenlijke financiële bezwaren gestrand. De verklaring hiervoor ligt in het feit dat bij distributie het leeuwendeel van de overdrachtsweg gemeenschappelijk is en dat kostbare routeringscentra overbodig zijn.

Consultatiesystemen

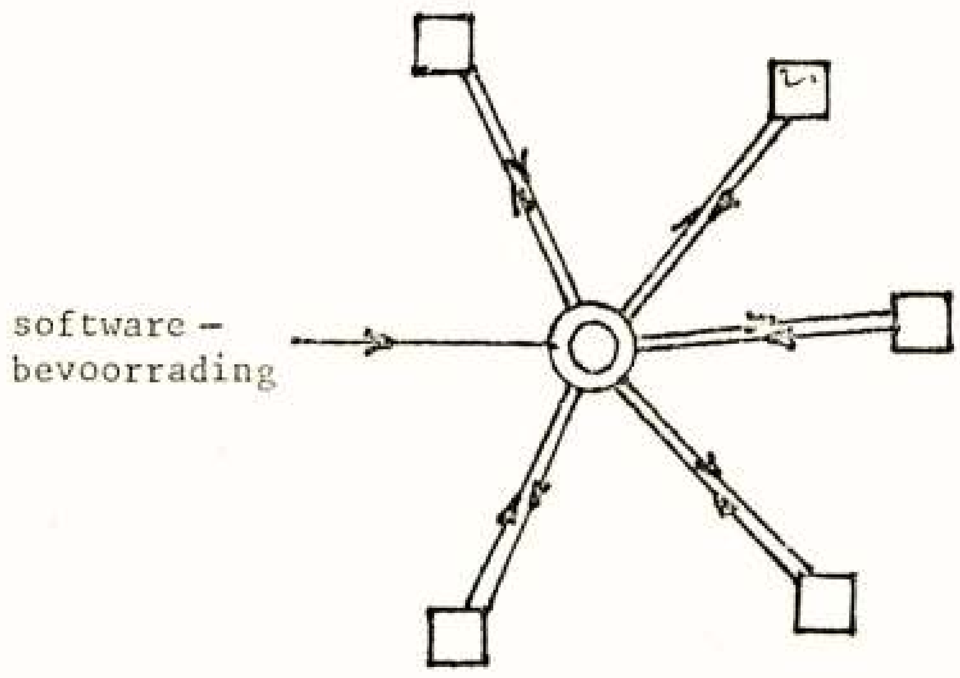


Fig. 3 Consultatie

Consultatiesystemen worden gekenmerkt door een groot aantal al of niet permanente tweerichtingsaansluitingen op een consultatiecentrum. Dit consultatiecentrum kan enerzijds op desbetreffend "vragen" van aangeslotenen "antwoorden" door informatie te verstrekken uit de in het centrum opgeslagen voorraad. Het consultatiecentrum kan anderzijds informatie inzamelen d.m.v. een enquête onder de aangeslotenen. Aangeslotenen en centrum beschikken over een in technisch opzicht sterk verschillende uitrusting zowel voor de informatieverstrekkingsfunktie als voor de informatieinzamelingsfunktie.
Consultatiesystemen kunnen het eenvoudigst als kabelsysteem worden verwezenlijkt, het gebruik van de ether is echter niet uit te sluiten. Ze zijn momenteel als kabelsysteem in opkomst, althans in experimenteel gebruik.

Voor zover het om smalle band informatie gaat en telefoonnetten hiertoe economisch bruikbaar lijken zal de exploitatie van het voor consultatiediensten benodigde technische systeem bij een staatsbedrijf komen te berusten. Voor zover het om brede band informatie gaat zijn brede bandnetten nodig. In dat geval maar ook indien blijkt dat bestaande brede band kabelnetten economisch bruikbaar blijken voor smalle band informatie is het nog niet duidelijk wie de exploitant zal zijn van het technische systeem.

Een nog veel groter probleem is verbonden met de vraag of inzameling van informatie via deze systemen aan een vergunningenstelsel onderworpen zal worden. Ook de betalingskwestie is nog volstrekt open althans voor zover het grafische informatie betreft. De diverse luisterlijnen van PTT (weerbericht, nieuwsbericht, geinlijn, hitlijn) kunnen ook tot de consultatiediensten worden gerekend.
Een toepassing van grafische consultatiediensten lijkt te verwachten met behulp van een smalle band kiesteksts-systeem via het telefoonnet en wel naar het concept van de Britse PTT: Prestel (nog vaak "viewdata" genoemd).

Behalve voor "leesdata" lenen consultatiediensten zich ook voor onderwijsdoeleinden bijv. d.m.v. het elektronische schoolbord of telebord.
En zodra voor consultatiediensten betaalbare brede band netten ter beschikking komen - men denke in dit verband aan kabels opgebouwd uit glasvezels - is het denkbaar dat naast "leesdata" ook "bewegende beelden" (pay-television) kunnen worden opgevraagd.

Problematiek

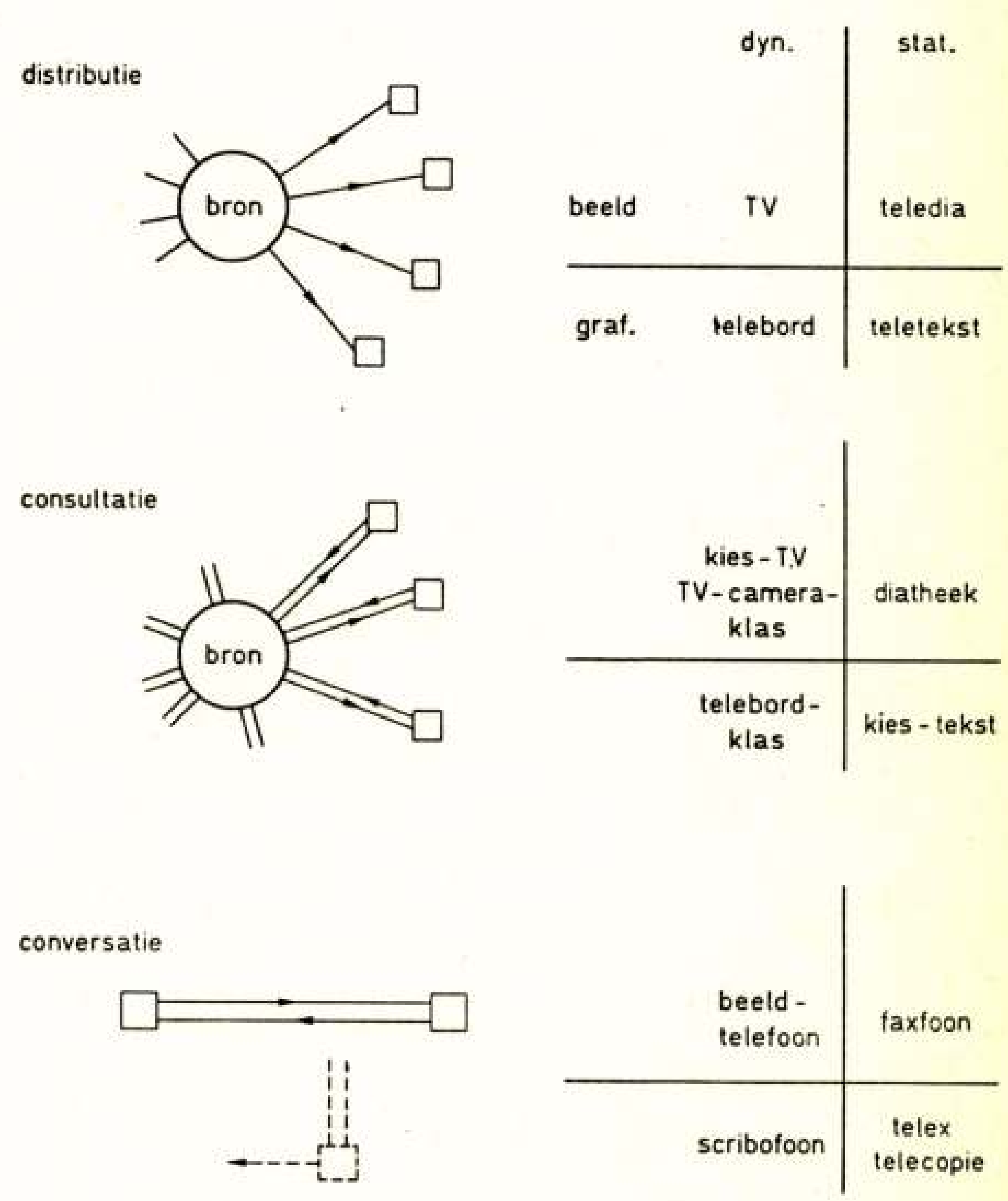
Consultatiesystemen vallen in wat men wel pleegt te noemen "de grijze stroom tussen conversatie en distributie" *), twee dienstverleningstypes die qua organisatie en funktie ver uiteen liggen. Maar de onduidelijkheid grijpt verder. De introductie van teletext en viewdata leidt tot de vraag naar de verhouding tot bestaande dienstverleningen door de pers, uitgevers, bibliotheken en archieven.
De vraag gaat zelfs nog veel dieper: het beletsel dat met kabeltelevisie naar veler mening toch nog niet volledig uit de weg is geruimd, namelijk de "schaarste aan bandbreedte" en het (nog) ontbreken van een goede verrekenmogelijkheid met de softwareproducent: de programmamaker, auteur, artist e.d., lijkt bij de invoering van smalle band consultatiediensten in beginsel te zijn weggenomen.
Eén en ander levert nieuwe argumenten voor diegenen die ervoor pleiten dat het persvrijheidsartikel in de nederlandse grondwet wordt verruimd tot: "via welk medium dan ook ..." en aangevuld met: "Alleen schaarste aan middelen mag voor de overheid aanleiding zijn tot het invoeren van een vergunningenstelsel".

*) Sommige auteurs zeggen hier: "tussen telecommunicatie en omroep", maar de I.T.U.-definitie spreekt zeer duidelijk uit dat ook omroep onder de definitie van telecommunicatie valt.

Zal er slechts één (groep van) databank(en) in Nederland gevestigd mogen worden?. Wie draagt de verantwoordelijkheid voor de inhoud van deze databank: de overheid, speciale verenigingen zoals bij de omroep? Mogen ook particuliere bedrijven informatie verkopen via deze databank? Of mogen er particuliere databanken worden gevestigd die tegen betaling via het PTT-net, maar buiten de PTT-databank om, informatie verkopen?
In dit verband zij opgemerkt dat de "geinlijn van Max Tailleur" eigenlijk zo'n particuliere databank is, mits men data opvat - zoals in deze schets steeds wordt ondersteld - als informatie in algemene zin.

Bij dit alles moet men bedenken dat de smalle band techniek van viewdata eigenlijk een soort breekijzerwerking vertoont als voorloper van de brede band techniek. Aanvaardt men de commerciële "smalle band databank", dan kan men de commerciële "brede band databank" = commerciële kiestelevisie ten principale niet meer keren.

Er zijn uiteraard nog veel meer problemen te signaleren o.a. over de onderlinge verhouding van teletext en viewdata, over andere audio-visuele diensten als telebord, still-picture broadcasting etc. Ik volsta met een overzicht van het totaal van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de (audio)visuele telecommunicatie, die alle onze aandacht verdienen.



Het woord "Audio" is tussen haakjes geplaatst omdat pure audio-systemen buiten dit overzicht vallen en omdat niet alle visuele communicatie om audio-ondersteuning vraagt.

De distributiedienst is in dit overzicht per definitie een dienstregelingssysteem zoals we dat in de omroep met zijn programmagidsen aantreffen. De distributie kan zowel via de ether als via de kabel TV plaatsvinden.

Bij de consultatiedienst is er sprake van individuele of groeps-informatieverstrekking op verzoek vanuit een informatiebron. Gemakshalve is onder dit hoofd ook de onderwijssituatie opgenomen. Het woord informatiebron staat dus voor zowel databank, videotheek als voor onderwijzers. Het woord conversatie heeft betrekking op een contact tussen twee of meer partners zonder inschakeling van een informatiecentrum.

Bij alle drie de dienstverleningstypes is een onderverdeling gemaakt in bewegende of veranderende visuele informatie met het trefwoord: dynamisch enerzijds en stilstaande of statische visuele informatie anderzijds. Bovendien is de visuele informatie gesplitst in twee soorten nl. beelden enerzijds en grafische voorstellingen (tekeningen, schrift, tekst, grafieken) anderzijds.

De toepassing vermeld in elk van de drie linkerboven vakjes van elk van de drie matrices vergt de grootste bandbreedte resp. bitsnelheid en gaat gewoonlijk gepaard met audio. Een beeldgeheugen is overbodig omdat de zender het beeld 25x per seconde uitzendt. De toepassing in elk van de drie rechteronder vakjes neemt genoegen met de geringste bandbreedte resp. bitsnelheid, maar maakt wel een geheugen noodzakelijk; audiobegeleiding lijkt daarbij eerder storend dan gewenst.

De andere vakjes bevatten tussenvormen waarbij de besparing hetzij in de bandbreedte, hetzij in het geheugen, hetzij in de programmaproductie kan worden bezocht.

Van de twaalf groepjes toepassingen die in fig. 4 zijn gerubriceerd zijn er eigenlijk nog maar twee tot grote ontplooiing gekomen.

a. het distribueren van bewegende beelden voor het grote publiek, onder de benaming: TV-omroep.

b. het verbinden van bedrijven per telex.

In toepassing a. liet het gemeenschappelijk gebruik van de ether een royale bandbreedte toe en daarmee de constructie van betaalbare ontvangtoestellen voor de huiskamer.

In toepassing b. maakte het zuinige gebruik van bandbreedte de tot standkoming van lange-afstand-verbindingen mogelijk met toestellen die voor bedrijven nog betaalbaar zijn.

Het invullen van de andere toepassingsgebiedjes is intussen op gang gekomen. De sprong van TV-omroep naar beeldtelefonie en zelfs naar de televideotheek is daarbij vooreerst te groot gebleken.

Tekstomroep en Kiestekst zijn vanuit Engeland gelanceerd, met mijnerzijds de vraag of het op tekstgebied nogal verwende publiek erg lang genoegen zal nemen met systemen die beperkt zijn tot alpha-numerieke tekst met zo geringe typografische variatie en zonder de mogelijkheid van doorgifte van grafische voorstellingen.
Het uitwerken en optimaliseren van de diverse mogelijke tussenvormen zal, naar het zich laat aanzien, in de komende jaren een belangrijk onderwerp van studie gaan vormen. Het betreft hier een problematiek met een multidisciplinair karakter die zich tot ver buiten de telecommunicatiesfeer uitstrekt. Binnen de telecommunicatiesfeer zullen sowieso de toestellenbouwers, de transmissie- en de routeringsdeskundigen elkaar de hand moeten reiken. Maar daarbuiten hebben we te maken met reeksen betrokkenen wier bestaan wordt geraakt; de omroep met zijn programmamakers, de uitgeverijen, de pers en hun auteurs en journalisten en technische staf, de onderwijs wereld met zijn leerboekproducenten, de postdienst wier werkwijze zal worden beïnvloed en last but not least de consument waar het allemaal "naar men zegt" om draait.

Een aantal betrokkenen heeft ten aanzien van de nieuwe grafische telecommunicatiesystemen reeds stellingen ingenomen en is zelfs reeds met de eerste voorpostengevechten begonnen.

Niet-technische problemen te over. Het leven zal er voor de telecommunicatiesysteemontwerper niet eenvoudiger op worden. Maar wel interessanter.
Zijn verantwoordelijkheid neemt toe. Hij zal meer dan ooit duidelijk moeten maken aan de kring van betrokkenen wat wel en wat niet kan.
Hij zal zich moeten inleven in mogelijke acceptatie door gebruikers van de nieuwe systemen. En willen meedenken over een verstandig (tele)communicatiebeleid.

Voordracht gehouden op 14 december 1978 in het gebouw voor Elektrotechniek THD, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 276), de Benelux Sectie IEEE, en de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI.

VIEWDATA IN NEDERLAND
EEN UITDAGING VOOR DE SYSTEEMLEVERANCIER

Dipl.Ing. H.-G. Nussbaum
Philips Telecommunicatie Industrie
Hilversum

Viewdata in Nederland. A challenge for the system supplier. This report summarizes the task of the system supplier in relation to the PTT, the information supplier and the user. The influence of the technological developments and the international standardization upon Viewdata is contemplated. The basic function of Viewdata, the information retrieval, and further additional functions with their influences upon the system characteristics are discussed. The limitations of the access to the Viewdata base by a numerical tree only are shown and an example for better and easier accessibility is given.

SAMENVATTING

Dit rapport is gebaseerd op de gelijknamige lezing die tijdens het seminar "Viewdata in Nederland" van Intermediair op 10 november 1978 door de auteur in Amsterdam en tijdens de NERG-KIVI vergadering op 14 december 1978 door ir. J. Bosman werd gehouden.

Er wordt verondersteld, dat de lezer over de technische en functionele aspekten van Viewdata geinformeerd is. (zie literatuur).

Dit rapport zal naast de positie van de systeemleverancier ook die van de gebruiker toe lichten en de mogelijkheden en de beperktheden van Viewdata uiteenzetten om onjuiste verwachtingen te voorkomen.

De invoering van Viewdata stelt de systeemleverancier voor een veel komplexer probleem dan de invoering van een "gewoon" systeem, de risiko's zijn veel moeilijker te bepalen en de afhankelijkheid van derden is zeer groot. Het leveren van een systeem omvat een aantal aktiviteiten waarbij de specifikatiefase aan het begin staat, en het is deze fase waarin Viewdata zich nu bevindt. Deze fase beïnvloedt in sterke mate de toekomst van Viewdata en het is noodzakelijk rekening te houden met de funktionele eisen, de te verwachten technologische ontwikkeling en de internationale standaardisatie om in Nederland een systeem op te bouwen dat aan de toekomstige gebruikerswensen voldoet en toch economisch is.

De richting van de technologische ontwikkeling is bekend, maar de standaardisatieaktiviteiten zijn nu pas in de beginfase. Deze aktiviteiten zijn erg belangrijk voor Viewdata om verschillende redenen: Viewdata apparatuur moet internationaal effektief kunnen samenwerken, kompatibel met andere systemen zijn en door een produktie in hoge aantallen laag in prijs kunnen worden.

De Nederlandse systeemleverancier is daarom erg afhankelijk van het gebeuren in de grotere buurlanden. Een zeer groot aantal van de funkties van Viewdata is afhankelijk van de standaardisatie en pas wanneer deze enigszins afgerond lijkt, is het verantwoord om de ontwikkeling van de komponenten voor Viewdata te starten en de produktie en de verkoop voor te bereiden.

De tijd welke de internationale standaardisatie organisaties nodig hebben, zou door de PTT, de informatie leverancier en de systeemleverancier nuttig besteed kunnen worden om met behulp van studies en proefnemingen eigen ervaringen met Viewdata op te doen en te onderzoeken welke funkties een openbaar of een privé Viewdata systeem zou moeten hebben.

De basisfunktie van Viewdata is de konsultatie van een publieke gegevens bank. Maar ook een reeks andere funkties zijn met behulp van het systeem uit te voeren.

Deze toegevoegde funkties stellen extra eisen aan het Viewdata systeem en dit heeft verregaande konsekwenties voor de hardware en de software van de Viewdata computer. Al deze funkties zijn reeds in verschillende bestaande computer systemen in gebruik, maar de problematiek voor Viewdata ligt daarin deze optimaal te kombineren. Voor de invoering van Viewdata op grote schaal zou een kosten/baten analyse moeten plaatsvinden om te bepalen welke funkties en hoe deze geïmplementeerd moeten worden.

Voor zakelijk gebruik van Viewdata moet rekening worden gehouden met de unieke eigenschap, dat dit systeem een overlapping van privé en zakelijk gebruik toestaat en dat het datanet DN-1 aanzienlijk vroeger operationeel wordt. DN-1 is uitermate geschikt voor het aansluiten van beeldschermterminals en databases voor puur zakelijk gebruik.

PROBLEMATIEK VAN DE SYSTEEM LEVERANCIER

Een leverancier, die een nieuw produkt op de markt wil brengen, zal in het algemeen vooraf onderzoeken welke voordelen dit produkt aan de gebruiker zal moeten geven en wat de gebruiker bereid zal zijn daarvoor de betalen. Hij zal meestal vinden, dat enerzijds de produktie- en andere kosten laag kunnen zijn wanneer de omzet hoog is, en anderzijds, dat de omzet hoog zal zijn wanneer de verkoopprijs laag is, verondersteld dat het produkt aan de eisen van de gebruiker voldoet (zie Fig. 1).

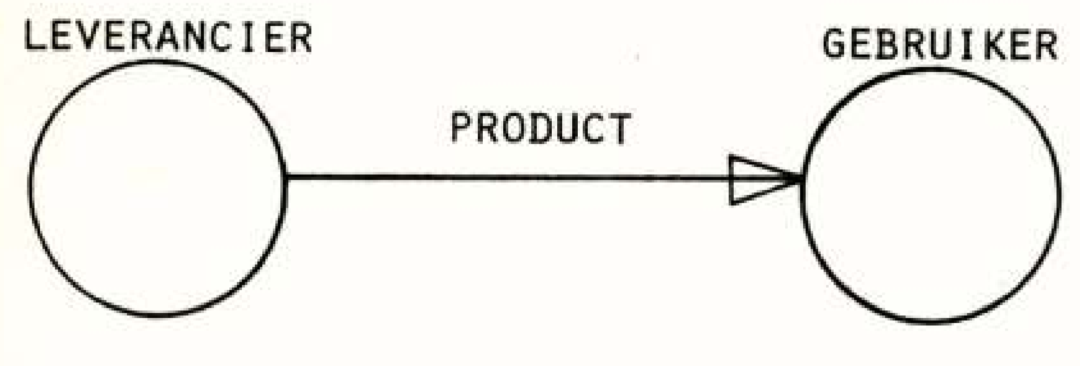


Fig. 1

Om dit probleem op te lossen zal de leverancier de markt onderzoeken, een aantal berekeningen doen en wel of niet met de produktie beginnen.

Voor een systeemleverancier, die van plan is om enkele of alle komponenten voor het Viewdata systeem te leveren ligt de situatie wel ingewikkelder (zie Fig. 2).

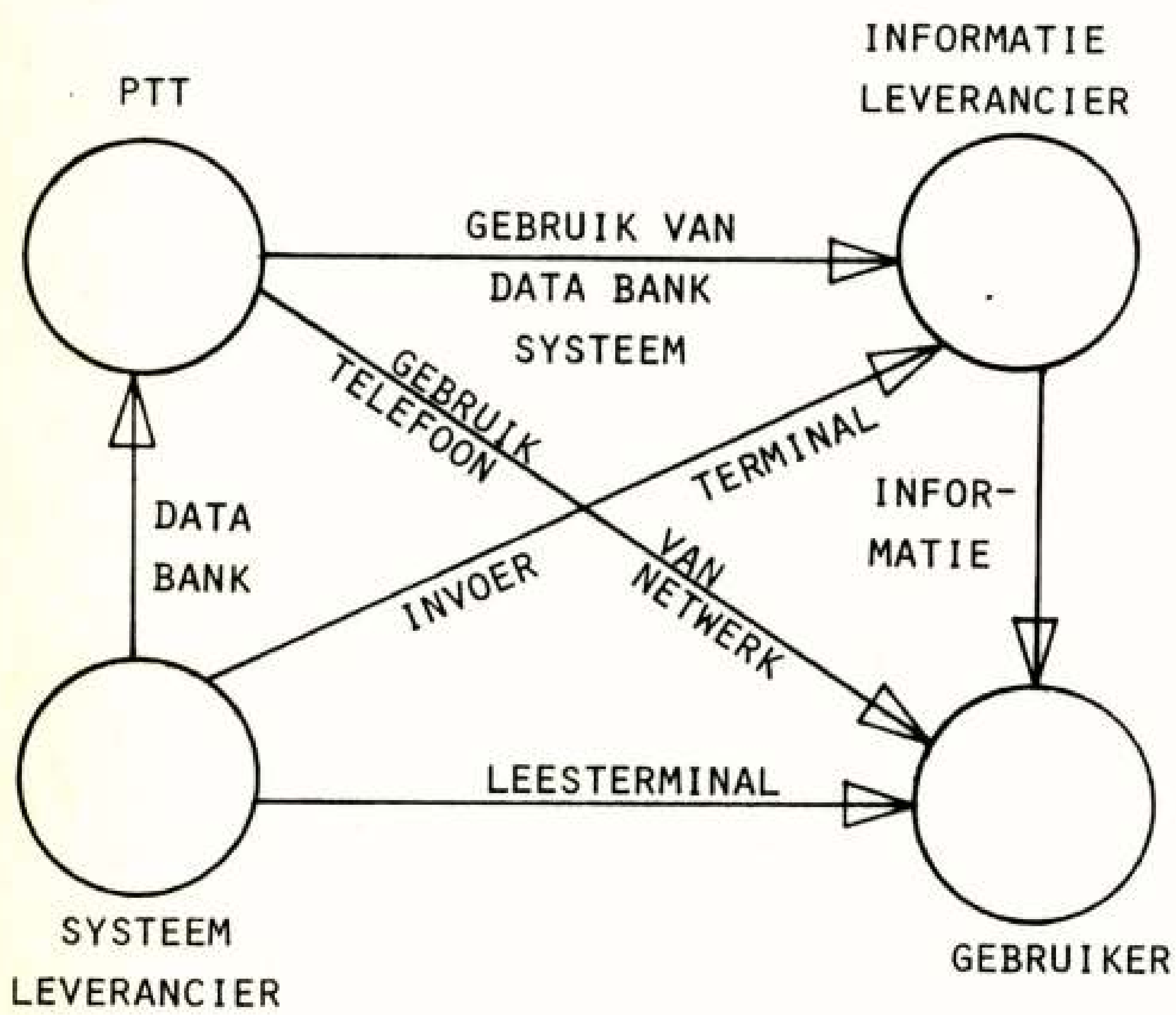


Fig. 2

De leverancier is in dit geval niet alleen van zijn eigen mogelijkheden (produktiemiddelen, know how, etc.) en de gebruiker afhankelijk, maar ook nog van de PTT en de informatie leveranciers. Het zal duidelijk zijn, dat beiden zowel op de kwaliteit als op de prijs van het produkt, het Viewdata systeem, een grote, en niet af te schatten invloed gaan uitoefenen. De PTT zal, wel of niet in internationaal verband (standaardisatie) de funkties van de Viewdata centrales, hun bereikbaarheid via het telefoonnet en de kosten daarvan bepalen. De informatie leverancier zal verantwoordelijk zijn voor de inhoud van de databases, d.w.z. voor de kompleetheid, de aktualiteit, de korrektheid, de integriteit, de toegankelijkheid en eventueel ook de vertrouwelijkheid van de opgeslagen informatie. Verder zal ook hij door zijn kosten invloed hebben op de totale prijs van Viewdata.

De gebruikers wederom zullen alleen dan in grote mate gebruik van Viewdata maken, wanneer de dienst goed en de prijs ervoor laag is. Daarmee is dan de cirkel gesloten. Het zal duidelijk zijn, dat de problematiek van de invoering van Viewdata alleen dan kan worden opgelost, wanneer alle vier partijen bereid zijn, zich te engageren, te investeren en risiko's te dragen.

TAKEN VAN DE SYSTEEMLEVERANCIERS

Om een systeem als Viewdata in te kunnen voeren zal de systeemleverancier bereid moeten zijn om volgende aktiviteiten te starten:

* specificeren en definiëren van het gehele systeem en de komponenten ervan
* ontwikkelen en testen
* fabrikage voorbereiden
* produceren
* markt informeren
* adviseren en verkopen
* installeren
* onderhouden
* uitbreiden en aanpassen
* opleiden

Hiervoor zal de systeemleverancier aanzienlijke investeringen moeten doen en medewerkers en produktiemiddelen moeten inzetten (welke anders voor een (nog?) zinvoller doel zouden kunnen worden gebruikt).

SPECIFIKATIE VAN HET VIEWDATA SYSTEEM

Vooraf een citaat:

"If a communication-based system is sufficiently complex it is installed before it is designed." (James Martin, System Analysis for Data Transmission, p. 376)

Tijdens de specifikatie fase van een systeem moeten de funkties van het systeem zodanig worden vastgelegd, dat het systeem zo veel mogelijk aan de wensen of eisen van de toekomstige gebruikers voldoet, waarbij rekening moet worden gehouden met de bestaande of in arbeid zijnde standaards (b.v. CCITT, CCIR, ECMA, ISO) en met de huidige, of beter nog met de toekomstige technologieën in hard- en software.

Alleen wanneer de aktiviteiten van deze fase, waarin Viewdata zich nu feitelijk nog bevindt, zeer zorgvuldig worden doorgevoerd, zal zeker kunnen worden gesteld, dat de funkties en kosten van Viewdata op een zodanig niveau komen te liggen, dat het systeem door de toekomstige gebruikers ook geaccepteerd wordt.

Bij de specifikatie van de systeemkomponenten zou in het bijzonder rekening moeten worden gehouden met de microminiaturisatie (microprocessor en halfgeleider geheugen) welke de kosten van technische intelligentie sterk laat dalen. Dit geldt zowel voor de terminal apparatuur (toetsenbord, geheugen) voor de huiskamer of voor het bureau en de invoer terminals als ook voor de Viewdata centrales. Hiervoor zal verder rekening moeten worden gehouden met de meest recente ontwikkelingen op het gebied van de data bases. Hierbij speelt in het bijzonder de goede toegankelijkheid van de Viewdata base een rol om frustraties van de toekomstige gebruikers, welke geen computer cursus hebben gevolgd, te voorkomen.

STANDAARDISATIE

De internationale standaardisatie, welke vaak als remmend voor nieuwe ontwikkelingen wordt gezien, is voor een systeem als Viewdata noodzakelijk. Alleen wanneer internationaal de funktionele eisen worden uitgewerkt en vastgelegd, wordt zeker gesteld, dat apparatuur (hardén software!) van verschillende leveranciers ook over nationale grenzen effektief kan samenwerken. Verder wordt daardoor voorkomen, dat nationale versies van de verschillende systeemkomponenten moeten worden ontwikkeld en geproduceerd, hetgeen een negatieve invloed op het gebruik zelf en de produktiekosten voorkomt. Een positieve invloed op de kosten van Viewdata kan verder worden verkregen wanneer bij de standaardisatie van Viewdata ook rekening wordt gehouden met de standaardisatie van de twee andere systemen, namelijk teletext (een informatie uitzending via de TV-zender) en teletex (een verbeterd telex system) welke zich ook in de specifikatie fase bevinden.

Viewdata wordt op verschillende niveaus door de standaardisatie beïnvloedt. De standaardisatie van de transmissie (modems, CCITT) ligt al lang vast en de set en code van de lettertekens ligt nu als ontwerp (CCITT) klaar. Op het gebied van het communicatieprotocol (foutendetectie en correctie), het toetsenbord voor huiskamer- en invoerterminals, de toegangsprocedure tot en de structuur van de database en het layout van de pagina's zijn geen standaardisatie aktiviteiten bekend.

Het gebruik van * en # is zeker niet optimaal. De leesbaarheid van 48 letters op 20 regels is zeker beter dan de huidige pagina layout. De informatieleverancier en de aktualiseringsstand zouden op iedere informatiepagina vermeldt moeten zijn.

GEBRUIKERSWENSEN

In de specifikatie fase van een nieuw systeem moeten de wensen van de toekomstige gebruikers worden onderzocht en opgenomen in de funktionele systeem specifikatie. Hierbij stoot men op het probleem, dat deze gebruikerswensen gewoon niet bestaan, omdat de gebruiker de nieuwe technische mogelijkheden niet kent. Veelal wordt dan door technici een systeem voor een proefperiode geïnstalleerd, dat technisch eenvoudig te realiseren is waarbij funktionele aspecten vaak te kort komen. Wanneer deze proefperiode technisch succesvol is ontstaat publiciteit rond het nieuwe systeem. Enthousiasme en kritiek op technisch, maatschappelijk en andere niveaus wordt via de media verspreid. Het merkwaardige daarbij is, en dat was in het afgelopen jaar ook met Viewdata zo, dat de meest enthousiaste en de meest kritische commentatoren vaak erg slecht over het nieuwe systeem geïnformeerd zijn. Zij zijn het, die er toe bij dragen, dat er een grote verwarring rond de technische mogelijkheden van het nieuwe systeem ontstaat (TV-krant!).

FUNKTIES VAN VIEWDATA

De basisfunktie van Viewdata is de consultatie van een publieke data bank. In de loop van de tijd zijn er een aantal (al dan niet reeds in het Engelse systeem geïmplementeerde) funkties aan toe gevoegd, zoals de

* rekenfunktie
* brievenbusfunktie
* dialoogfunktie
* bestelfunktie
* reserveringsfunktie
* tekstverwerkingsfunktie
* uitgebreide toegankelijkheid

Al deze funkties zijn reeds in verschillende computersystemen gerealiseerd maar er bestaat tot nu toe geen enkel systeem dat ze allemaal tegelijk kan uitvoeren. De eisen die aan een computersysteem moeten worden gesteld om deze funkties effektief uit te voeren zijn nogal uiteenlopend:

De consultatiefunktie vraagt om een data base systeem dat een zeer grote opslagcapaciteit bezit en toch goed toegankelijk is voor zowel de gebruiker als ook de informatieleverancier. Het opzoeken van informatie zou mogelijk moeten zijn met behulp van de numerische zoekboom en via andere procedures, zoals b.v. een alfanumerische zoekboom, met trefwoorden of via een eenvoudig te leren zoektaal, die gebruik maakt van de natuurlijk taal of de gebruiker leidt door hem formulieren te laten invullen. Verder zou het data base systeem er voor zorg

moeten dragen, dat de gebruiker nooit op pagina's terecht komt welke (nog) leeg zijn of dat cross references niet kloppen (integriteit), dat door toevallige fouten of frauduleuze handelingen opgeslagen informatie wordt vervalst en dat de vertrouwelijkheid van vertrouwelijke informatie (closed user group) zeker wordt gewaarborgd. De eisen welke een gebruiker aan de consultatiefunktie van een Viewdata systeem zou moeten stellen worden in het volgende hoofdstuk nader behandeld.

De rekenfunktie, b.v. het gebruik van het Viewdata systeem als zakrekenmachine, het uitvoeren van in de computer opgeslagen programma's (b.v. berekening van loonbelasting of van hypotheken) en het spelen van spelletjes (b.v. mastermind of doolhof) vraagt om een programma-bibliotheek en om grote verwerkingscapaciteit van de computer. Wanneer men eigen programma's in wil voeren, dan zal tenminste een compiler of interpreter (voor b.v. BASIC) aanwezig moeten zijn.

De brievenbusfunktie vereist een zeer grote bedrijfsveiligheid van het Viewdata systeem. De gebruiker zal eisen, dat een opgegeven bericht met zeer grote zekerheid en zonder fouten wordt afgeleverd. Om dit te waarborgen zal de computer als dual systeem (On line/hot standby) moeten worden gerealiseerd. Om reklames van gebruikers na te kunnen gaan, zou het systeem alle berichten op een magneetband moeten schrijven.

De dialoogfunktie stelt nog verdergaande eisen. Het Viewdata systeem zou namelijk in staat moeten zijn om de gesprekspartner automatisch op te roepen (b.v. communicatie tussen doofstommen). Dit vraagt om additionele apparatuur zowel aan de kant van de computer als aan de kant van de terminal.

De bestelfunktie en de reserveringsfunktie zijn in wezen bijzondere vormen van de brievenbusfunktie. Zij hebben bijzondere juridische konsekwenties en de eisen aan de informatie bescherming zijn bijzonder hoog. De bestelberichten zal de geadresseerde leverancier liefst niet per enkel bericht, maar eens per dag of per week op een door zijn computer leesbaar medium (magneetband) of via een communicatie lijn, ontvangen en gebaseerd op deze gegevens de gevraagde goederen en rekeningen verzenden.

Bij het reserveren van diensten, b.v. een vlucht of een hotelkamer, moet dit wel per reservering on-line, realtime plaats vinden, omdat van deze diensten alleen een beperkte voorraad bestaat.

Het Viewdata systeem zal hiervoor via communicatie lijnen met reserveringssysteemen verbonden moeten zijn en in staat moeten zijn met verschillende reeds bestaande systeemen samen te werken.

De tekstverwerkingsfunktie wordt gebruikt om nieuwe informatie on-line in te voeren of bestaande pagina's te aktualiseren. Een programma als in een word- of textprocessor is nodig om de noodzakelijke funktie gemakkelijk uit te voeren.

Uitgebreide toegankelijkheid van het Viewdata systeem is gewenst om ook abonné's van het publieke telexnet of het toekomstige datanet DN-1 de mogelijkheid te geven om zich bepaalde informatie van de Viewdata base te verschaffen. Hiervoor zal de Viewdata computer van speciale hard- en software moeten worden voorzien om deze lijnaansluitingen met andere snelheden, codes en procedures mogelijk te maken.

EISEN AAN DE CONSULTATIEFUNKTIE VAN VIEWDATA

De basisfunktie van Viewdata is de consultatie van een publieke data bank. Dit wordt in alle publikaties over Viewdata toegelicht en er worden een aantal applikaties genoemd waar Viewdata de informatiebehoefte van de gebruiker zou kunnen bevredigen zoals b.v.:

* de telefoongids
* het spoorboekje
* de bioscoopprogramma's
* de nachtdienst van de apotheken
* de vakaturebank
* de automarkt

en vele andere.

Wat er niet bij wordt vermeld is het feit dat met de huidige zoekprocedure, de numerieke zoekboom, een aantal van deze applikaties erg moeilijk en tijdrovend of nagenoeg helemaal niet kunnen worden uitgevoerd. Hoe zou b.v. iemand, die in Haarlem woont, met behulp van een toetsenbord, dat alleen cijfers kent, intoetsen, dat hij informatie wenst over de treinverbindingen van b.v. Amsterdam - Muiderpoort naar Eindhoven - Beukenlaan op zondagmorgen? Of hoe vindt hij met behulp van hetzelfde apparaatje het telefoonnummer van hr. A. Janssen in de Langestraat te Heerlen?

Het "omgekeerde telefoonboek" is met behulp van het huidige Viewdata wel goed te realiseren. Men typt gewoon het telefoonnummer in van iemand wiens naam men is vergeten, en op het scherm verschijnt dan de naam en het adres. Maar, deze funktie wordt helaas weining gevraagd.

Er bestaan natuurlijk verschillende mogelijkheden om deze problemen op te lossen door b.v. iedere letter door een kombinatie van twee cijfers te vervangen. Maar deze of vergelijkbare methoden zijn alleen voor computerdeskundigen en niet voor het brede publiek aan te bevelen.

Met behulp van een voorbeeld zal duidelijk worden gemaakt, welke mogelijkheden voor het opzoeken van informatie Viewdata zou kunnen bieden en welke beperkingen het huidige systeem behelst.

VOORBEELD AUTOMARKT

Het Probleem

Wanneer men een gebruikte auto wil kopen, dan kan men er van uit gaan dat in de omgeving van de woonplaats een auto te koop zal zijn aangeboden, die aan onze wensen voldoet. Het probleem is alleen maar, deze te vinden. In plaats van het opbellen of bezoeken van dealers of het lezen van advertenties zou men beter Viewdata kunnen raadplegen, verondersteld dat de te koop aangeboden auto's in het systeem zijn opgenomen.

Om de opgenomen auto's ook terug te kunnen vinden moeten ze volgens een schema, dat op de essentiële kenmerken van de auto is gebaseerd, gesorteerd zijn. Deze kenmerken zijn:

1.	merk	b.v. Opel
2.	model	b.v. Kadett
3.	carrosserie vorm	b.v. Combi
4.	prijs	b.v. f. 6.500,-
5.	km stand	b.v. 45.000 km
6.	bouwjaar	b.v. 1976
7.	kleur	b.v. geel

Het zal duidelijk zijn dat voor verschillende mensen verschillende kenmerken belangrijk zijn. Voor iemand die een combi zoekt en een bepaald bedrag wil uitgeven zijn de kenmerken 3 en 4 het belangrijkst, daarna volgen of 5 of 1 en 2. Voor iemand anders zijn misschien de kenmerken 1, 2 en 3 het belangrijkst, gevolgd door 6, 5 en pas daarna 4. Een derde zoekt misschien een gele cabrio (7 en 3) en heeft weinig boodschap aan 1, 2, 5 en 6 wanneer de prijs (4) maar redelijk is.

Hoe zou men nu de auto's in de Viewdata base opnemen? Het meest waarschijnlijke schema is in fig. 3 geschetst: De auto's worden gesorteerd naar de beginletter van de dealer (informatie leverancier!) die de auto wenst te verkopen. Een kenmerk dus, dat in de bovengenoemde lijst niet eens voorkomt en dat voor vele mensen niet erg belangrijk zal zijn. Wanneer men vast besloten is bij een bekende dealer te kopen, zou men Viewdata niet raadplegen maar direkt naar deze dealer stappen.

Een verdere sorteermogelijkheid is in fig. 4 geschetst, gesorteerd naar merken (kenmerk 1) wat al aantrekkelijk is. Maar in dit voorbeeld is dan het tweede kenmerk weer de naam van de dealer.

Beide voorbeelden laten zien dat de numerieke boomstructuur een beperkte toegankelijkheid biedt.

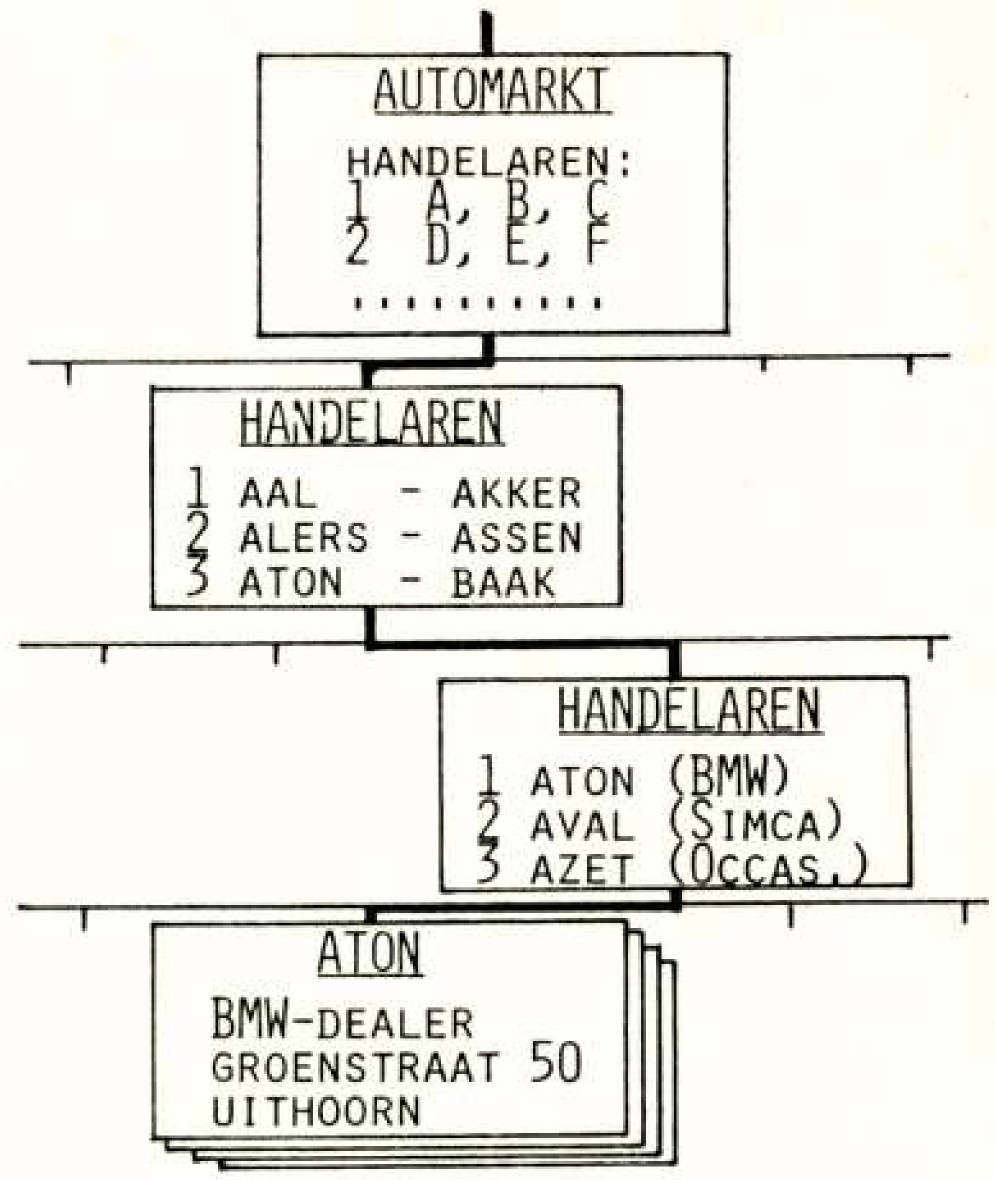


Fig. 3

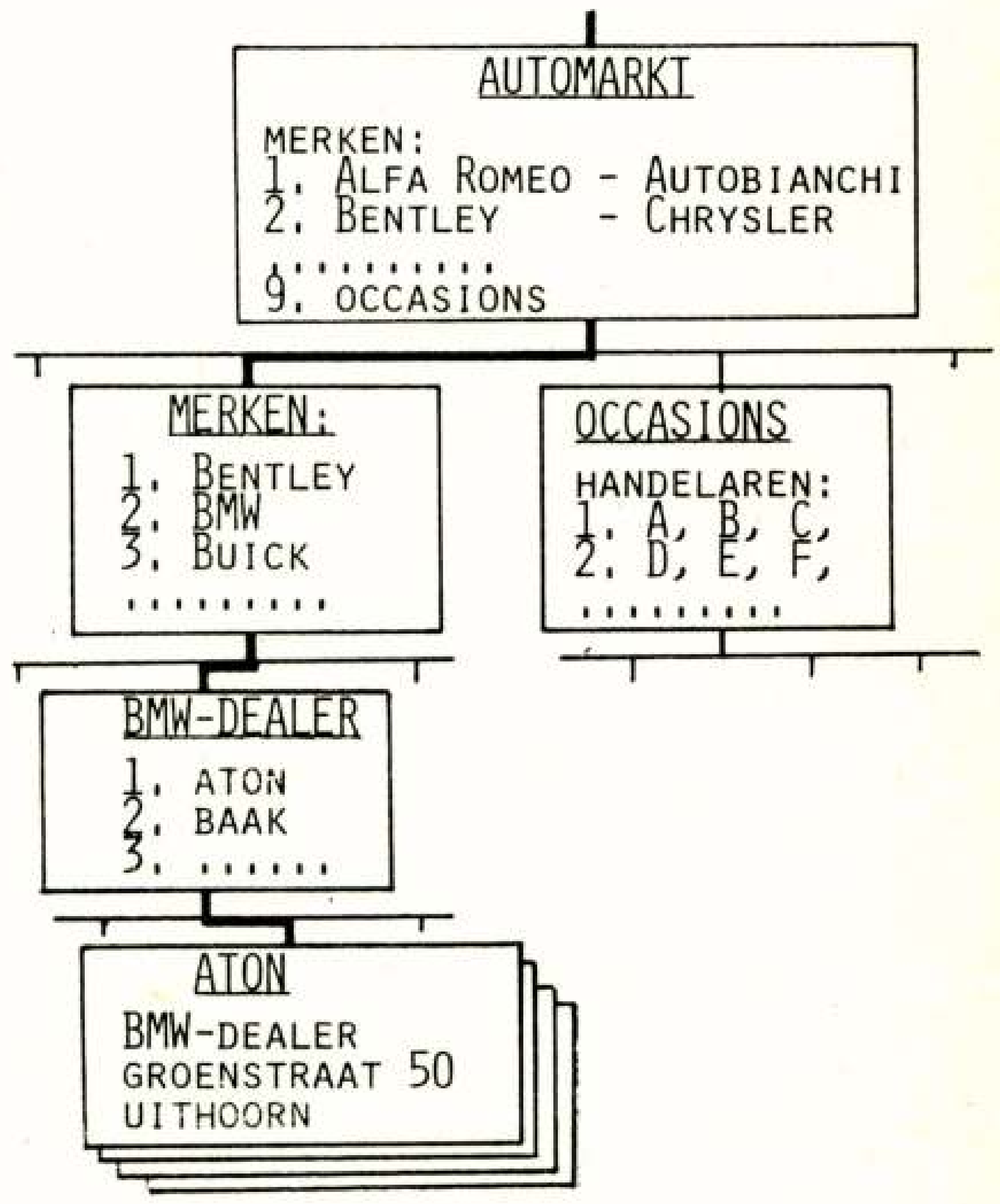


Fig. 4

Voor- en nadelen van de numerieke zoekboom

De numerieke zoekboom biedt een voordeel: de eenvoud. Een Viewdata base, welke uitsluitend via een numerieke zoekboom toegankelijk is, bezit een eenvoudige software struktuur, de terminal heeft alleen een numeriek toetsenbord nodig en de gebruiker is eenvoudig en binnen korte tijd op te leiden.

Maar de eenvoud van deze database brengt ook een aantal nadelen mee:

Er zijn van een index pagina maximaal tien verwijzingen (0....9) mogelijk. Worden deze allemaal benut dan laat dit geen enkele ruimte over om bepaalde onderwerpen later toe te voegen, zonder de gehele data structuur te herzien. Worden b.v. alleen 7 verwijzingen gebruikt, dan is dit tijdelijk verbeterd maar het zoeken duurt langer.

Onafhankelijk of er 5 of 7 of 10 verwijzingen worden gebruikt, het blijft altijd een probleem leveranciers gelijkwaardig in het systeem op te nemen. Zoals fig. 3 duidelijk maakt worden dealers die met A beginnen bevoordeeld, omdat zij "boven" in het lijstje staan. Een gebruiker, die zonder voorkeur voor een bepaalde dealer is, zou waarschijnlijk de lijst van boven naar beneden "afturven". Verder worden de dealers bevoordeeld wier naam al in niveau 2 volledig vermeld is (b.v. ATON and BAAK tegenover AVAL, AZET en andere). Nog minder aanvaardbaar wordt de situatie voor de occassion handel (zie fig. 4) welke tegenover de "merk"-dealers benadeeld is. Wie moet de informatiepagina's, die de informatie leveranciers aanbieden, op gelijkwaardige wijze in de data base plaatsen?

De data moet volgens bepaalde kenmerken worden gerangschikt (zie fig. 3 en 4). Bij iedere implementatie wordt daardoor een rangorde van de kenmerken vastgelegd, die al te vaak niet voor iedere gebruiker zinvol is. In beide bovengenoemde voorstellen is systematiek zoeken na b.v. het kenmerk "prijs" niet mogelijk.

De mogelijkheid bestaat, van een index of informatiepagina een verwijs naar een heel ander deel van de database te geven (cross-reference). Bij het invoegen van nieuwe informatie pagina's kunnen verschuivingen in dit deel van de database onstaan, waar de crossreference naar verwees. Wie gaat de integriteit van de database beheren?

De informatie leveranciers bieden hun informatie in multiframes aan, welke alleen maar sequencieel (van pagina no. Xa t/m Xz) kunnen worden opgevraagd. Worden de auto's van een dealer naar steigende of dalende prijzen of naar modellen gesorteerd? Hoe dan ook, de volgorde zal voor vele Viewdata gebruikers irriterend, tijdrovend en kostbaar zijn met een geringe kans de goede auto te vinden.

Na deze niet volledige samenstelling van de nadelen van de numerieke zoekboom zal het duidelijk zijn dat voor een systeem dat in de jaren 1982-1983 op grote schaal zal worden ingevoerd, de staat van de techniek (hard- en software) van dèze jaren als maatstaf voor de systeem specifikatie moet worden genomen en niet die, welke omstreeks 1975 beschikbaar was.

Voordelen van een andere zoekmethode

In een alternatief Viewdata systeem zou het probleem van de automarkt als volgt kunnen worden opgelost. Met behulp van een zoekboom of van trefwoorden is de gebruiker bij de automarkt terecht gekomen en de volgende pagina verschijnt op zijn scherm: (Fig. 5):

```
A U T O M A R K T

Vult u a.u.b. de voor u belangrijke kenmerken in:

.................................. merk
.................................. model
.................................. carrosserie vorm
19.. t/m 19..                      bouwjaar
....... t/m .......fl.             prijs
.................................. kleur
```

Fig. 5

Met behulp van het alphanumerieke toetsenbord worden nu de kenmerken ingevuld welke de koper van belang acht, b.v. (Fig. 6):

```
A U T O M A R K T

Vult u a.u.b. de voor u belangrijke kenmerken in:

OPEL .............................. merk
KADETT............................. model
COMBI ............................. carrosserie vorm
1976 t/m 1977                       bouwjaar
2000 t/m 3000 fl.                   prijs
................................... kleur
```

Fig. 6

Met deze gegevens gaat het Viewdata systeem zelf door het bestand van de aangeboden auto's heen en geeft het volgende antwoord (Fig. 7):

```
A U T O M A R K T

de door u gevraagde auto:
OPEL KADETT COMBI, b.j. 1976/77
voor 2000 t/m 3000 fl wordt niet aangeboden.
AANBEVELING:
* hogere of geen prijs invullen of
* ouder of geen bouwjaar invullen.
```

Fig. 7

Dit antwoord voorkomt een lang, onsystematisch zoeken zonder succes en de gebruiker kan zelf bepalen of hij meer geld wil besteden of een ander model wil gaan zoeken.

Struktuur van de database

De database welke dit mogelijk maakt zou, als in Fig. 8 geschetst, kunnen zijn opgebouwd. Het systeem werkt met drie verschillende files (bestanden). Er zijn meerdere kenmerken files (alleen 4 geschetst), waarin alle auto's, gekenmerkt door een identifikatie nummer, zijn opgenomen met dien verstande dat iedere auto in iedere file voorkomt. Afhankelijk van het eerste ingevulde kenmerk gaat het systeem in de desbetreffende file zoeken. In ons voorbeeld vindt het 3 auto's. Van de kenmerken file wordt het adres aangegeven van de indexfile waar alle auto's met hun identifikatie nummer en alle kenmerken in gecodeerde vorm zijn opgenomen.

Het systeem vergelijkt of alle gevraagde kenmerken overeenkomen met die welke in de index file zijn vermeld en of de auto nog niet verkocht is. Is het resultaat negatief, dan wordt hetzelfde met het volgende identifikatienummer herhaald. Is het resultaat voor alle auto's negatief, verzendt het systeem een antwoord als Fig. 7. Is het resultaat voor een van de auto's positief dan haalt het systeem de bijbehorende informatie pagina uit de pagina file en zendt deze aan de gebruiker. Deze pagina vermeld ook extra's, welke niet als kenmerk worden gebruikt en verder het volledige adres van de aanbieder.

Deze database struktuur heeft het voordeel dat de gebruiker alleen informatie pagina's ziet met auto's die aan zijn eisen voldoen. Bij het invoeren van nieuwe informatiepagina's kan men de identifikatie nummers op toevallige volgorde (random) in de kenmerken files zetten. Daardoor wordt geen aanbieder bevoordeeld of benadeeld. Wanneer een auto is verkocht, kan dit door een bit in de index file kenbaar worden gemaakt en voorkomt, dat deze auto verder wordt aangeboden. Op een later tijdstip, b.v. eens per week kunnen dan alle files "gezuiverd" worden.

Deze database zal zeker meer disk accessen per verzonden pagina doen, dan de database met de numerieke zoekboom, maar waarschijnlijk zijn het minder disk accessen per pagina met gewenste informatie.

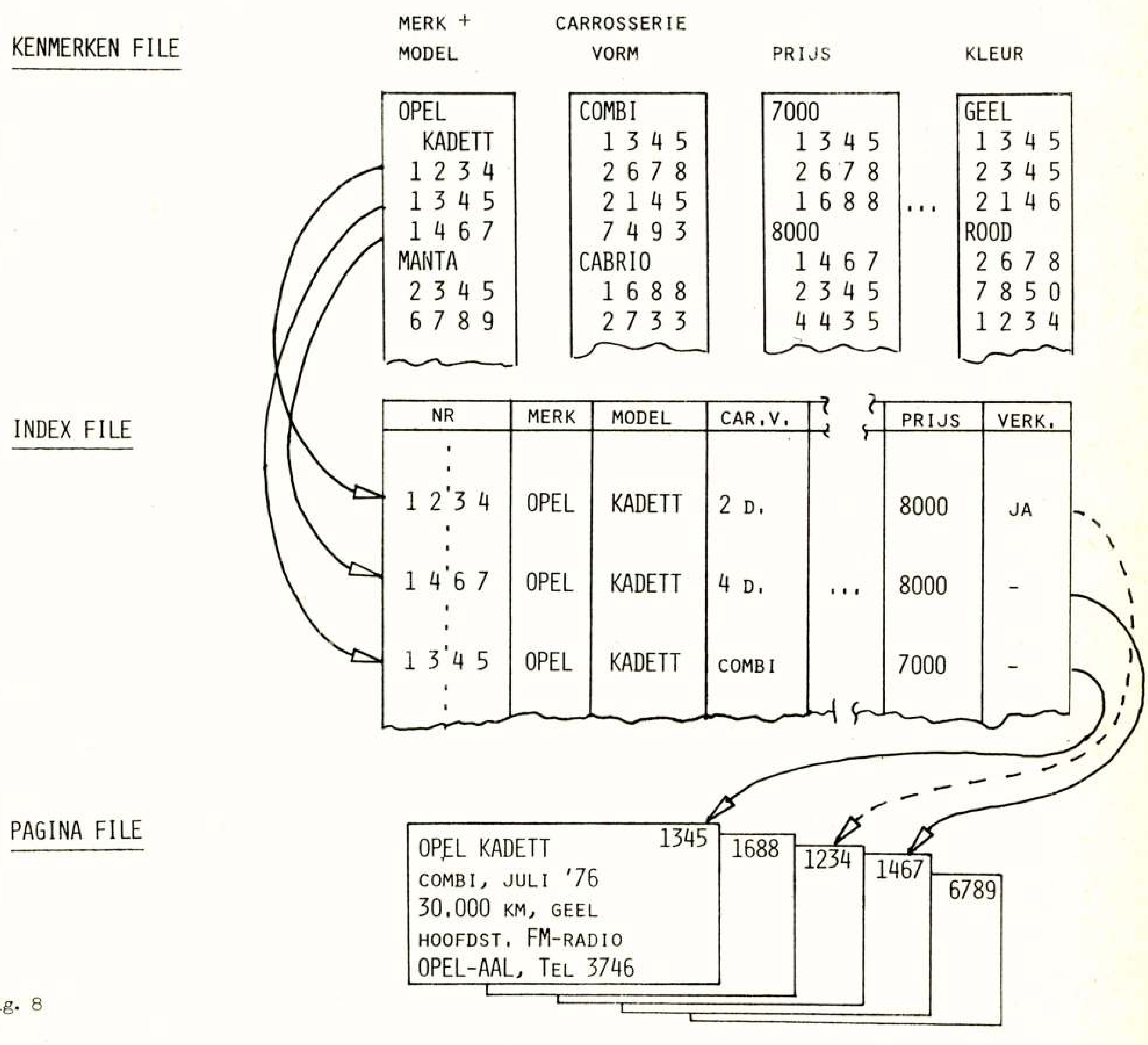


Fig. 8

ZAKELIJK GEBRUIK VAN VIEWDATA

Viewdata is een uniek systeem waar privé en zakelijk gebruik overlappen. Dit geldt b.v. voor de vertegenwoordiger, die vanuit de hotelkamer of van thuis zijn verkregen orders kan invoeren, de kruidenier, die bestellingen voor de volgende dag opgeeft, voor de VVV en de PTT, waar in de kantoren het personeel of de klanten via terminals informatie kunnen opvragen en voor verzendhuizen en reserveringsdiensten.

Voor uitsluitend zakelijk gebruik wordt in de toekomst in Nederland door DN-1 een alternatief voor een datanet geboden, waar men wel zijn eigen database aan moet sluiten. Maar dit is vaak gewenst voor dergelijke applikaties om een betere bescherming en toegankelijkheid van de informatie te bereiken.

Het gebruik van DN-1 of Viewdata is afhankelijk te maken van volgende aspekten:

* Beschikbaarheid van de dienst
  DN-1 zal ongeveer 2 tot 3 jaar voor Viewdata in dienst zijn.
* Systeemfunkties
  Hier spelen de schermgrootte van de terminals (40 of 80 letters/regel), de struktuur van de database (zie boven) en de netwerk karakteristieken (snelheid van verbindingsopbouw en transmissie, stagnatiekansen, transmissie fouten etc.) een rol.
* Kosten
  Initiële kosten van de hard- en software en het eventuele omzetten van reeds bestaande bestanden als ook de operationele kosten voor het netwerk en de databases.

INVOERING VAN VIEWDATA

Voor zakelijk gebruik zijn Viewdata systemen welke van de Engelse specifikatie gebruik maken, in 1979 leverbaar. Deze systemen kunnen worden ingezet als information retrieval systeem voor besloten gebruikersgroepen of als proefsysteem voor informatie leveranciers. Dit zijn kleinere systemen, gebaseerd op minicomputers met 8 tot 32 lijnaansluitingen en bestanden van 10.000 tot 100.000 pagina's.

Voor de invoering van Viewdata op grote schaal voor publiek gebruik moet men met een langere wachttijd rekening houden. De standaardisatie door verschillende internationale komitées zal waarschijnlijk ongeveer 2 jaar duren. Daarna is voor de leverancier het volgende tijdschema van toepassing:

± 3 maanden functionele specificaties
± 4 maanden logisch ontwerp
± 3 maanden IC layout
± 2 maanden IC monster, SW ontwikkeling
± 3 maanden test en redesign
± 3 maanden fabrikage voorbereiding IC's
± 6 maanden fabrikage voorbereiding TV toestellen

De doorlooptijden van deze aktiviteiten zijn sterk afhankelijk daarvan, in hoeverre men van de huidige Engelse specifikatie afwijkt. Verder zal de ontwikkeling van de openbare Viewdata dienst in Engeland en de test fase in Nederland, de acceptatie door het publiek, de houding van de informatie leveranciers en de PTT invloed hebben, in welke mate de systeem leverancier kapaciteiten en investeringen ervoor beschikbaar zal stellen. Verder moet de invloed van Teletext op de standaardisatie en de markt worden afgewacht. Daarvan afhankelijk zal de produktie op grote schaal van TV toestellen voor Viewdata 1,5 tot 2 jaar na de standaardisatie mogelijk zijn.

DE TOEKOMST VAN VIEWDATA IN NEDERLAND

Viewdata heeft in Nederland een toekomst mits de juiste functies goed en volgens internationale standaards geïmplementeerd worden en de systeemkosten op een economisch niveau worden gehouden. Alleen onder deze kondities zal Viewdata door het publiek en door de informatieleveranciers geaccepteerd worden.

LITERATUUR

Viewdata - communicatie en informatie via telefoon en tv-toestel, ptt telecommunicatie, den Haag, 1978.

Bildschirmtext - Beschreibung und Anwendungsmöglicheiten Deutsche Bundespost, Bonn 1977.

Viewdata -
1. background and introduction Wireless World Feb. 1977
2. applications of the system Wireless World Mar. 1977
3. operation of the system Wireless World Apr. 1977
4. the Viewdata terminal Wireless World May 1977

The Viewdata Computer
part 1 Wireless World Apr. 1978
part 2 Wireless World May 1978

Fedida, Post Offic Research Centre.

Die Grundlagen von Teletext und Viewdata.
1. Teil Funkschau 1977, Heft 18
2. Teil Funkschau 1977, Heft 19
D. Eaton, W.A. Montgommery

Voordracht gehouden op 14 december 1978 in het gebouw voor Elektrotechniek THD, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 276), de Benelux Sectie IEEE, en de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI.

TELETEKST EN TELEBORD

Ir. A. Kegel
Technische Hogeschool Delft

Teletext and Teleboard. Teleboard is a system for transmission of graphics and accompanying sound over narrow bandwidth circuits and alternatively through TV-channels. In this paper the typographic mode of the Teleboard system and the typographic properties of Teletext are compared. Some applications of the Teleboard system are given, among which the multiplexing of 29 Teleboard programmes in a single video-channel.

INLEIDING

Een voordracht over het onderwerp "Teletekst en Telebord" werd onlangs op een lezingendag *) gepresenteerd, waarbij gebruik gemaakt werd van experimentele Telebord apparatuur. Het bleek mogelijk de Telebord apparatuur zodanig op te stellen dat deze kon funktioneren als een "elektronische overheadprojektor". Op de beeldschermen van in de zaal opgestelde video-monitoren verschenen beelden die met een druk op de knop werden opgeroepen uit een geheugen, dat een onderdeel vormt van het Telebordsysteem. De beelden verschenen op het scherm als "groei-beelden", d.w.z. zij werden gevormd op de wijze zoals b.v. een potloodtekening ontstaat. Op deze manier kan een ingewikkeld plaatje door een logische groei toch vrij gemakkelijk door de beschouwer in zich worden opgenomen. Dit geldt temeer als het gesproken kommentaar gelijke tred houdt met de opbouw van het beeld.

Met het gezicht naar de zaal gekeerd was het mogelijk door middel van een pen en een schrijftableau aanvullingen in het beeld te geven, gedeelten uit te wissen en iets in het beeld aan te wijzen.

De afbeeldingen in deze publikatie zijn foto's van de beelden zoals deze als eindresultaat tijdens de voordracht op de beeldschermen tot stand kwamen.

TELETEKST EN VIEWDATA

Om een vergelijking te kunnen maken tussen de typografische eigenschappen van teletekst en telebord worden eerst in het kort enkele van belang zijnde eigenschappen van Teletekst gememoreerd. Deze eigenschappen zijn ook geldig voor Viewdata, zodat in het vervolg het Viewdatasysteem mede in de beschouwing betrokken wordt.

In het Teletekst/Viewdata centrum, links in fig. 1 bevindt zich een computer met achtergrond-geheugen. Via een toetsenbord worden bladzijden tekst in het geheugen ingelezen, waarbij elk teken (letter, cijfer, symbool) door een woord van 7 bits uit b.v. het ASCII-alfabet wordt gerepresenteerd.

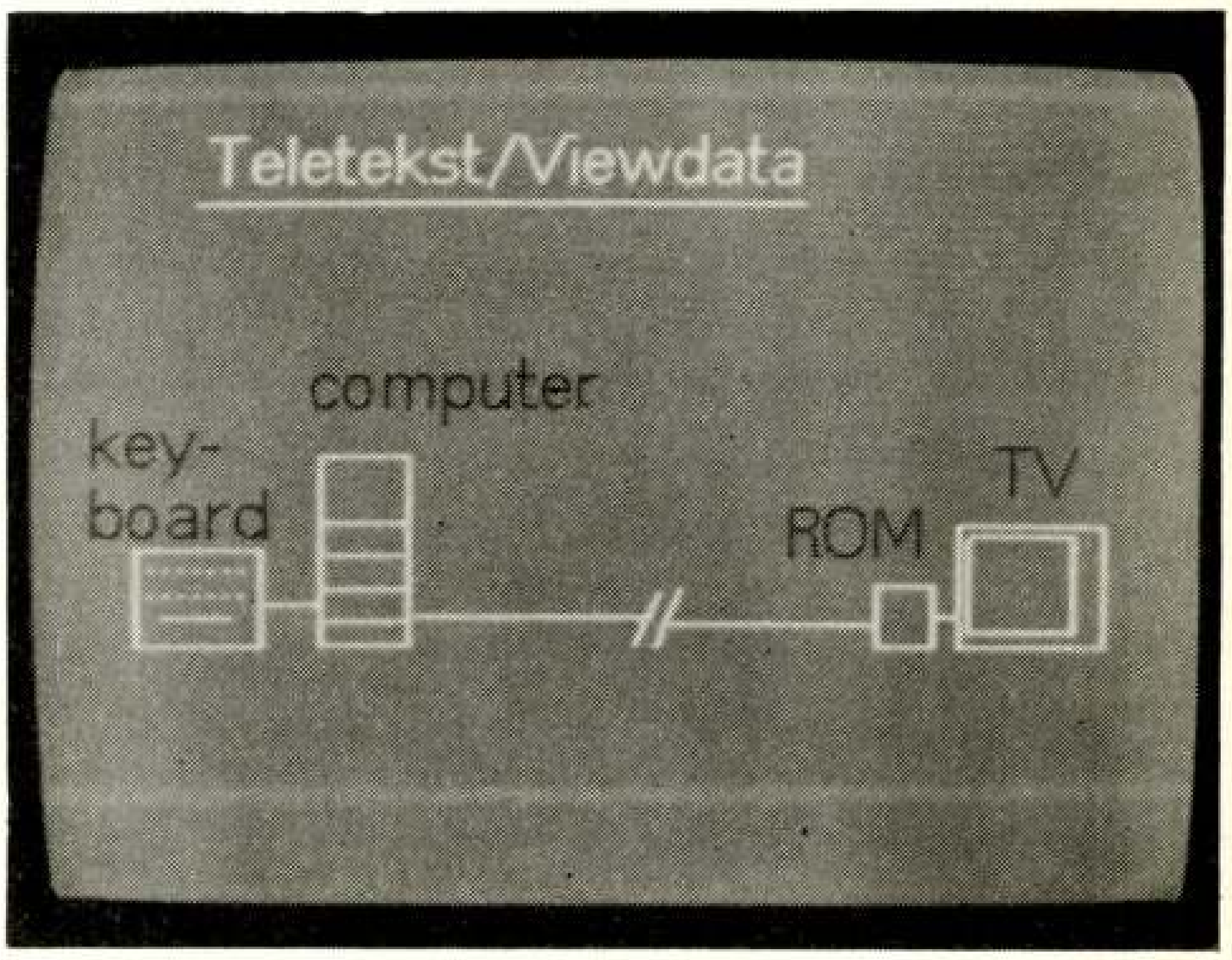


Fig. 1 Principe Teletekst en Viewdata.

Er is een grafische mode aanwezig waarbij figuren tot stand komen door een keuze te maken uit een aantal standaardpatronen. Deze standaardpatronen kunnen tot figuren samengevoegd worden; hierbij wordt elk standaardpatroon eveneens gerepresenteerd door een kodewoord van 7 bits. De beelddefinitie wordt beperkt door de omvang van een standaardpatroon. Met 72 x 80 van deze patronen wordt het gehele beeldvlak gevuld. Dit levert sterk gekartelde figuren op die weinig details bevatten.

Aan de ontvangzijde is hier van belang de aanwezigheid van een karaktergenerator (ROM), waarin de vorm van de karakters permanent is opgeslagen.

Met behulp van de tot dusver genoemde eigenschappen van Teletekst/Viewdata kan tenslotte iets gezegd worden over de sterke en de zwakke kanten van deze systemen.

De sterke kant van Teletekst/Viewdata ligt vooral in het gebruik van korte kodewoorden voor de overdracht van tekens en basispatronen waaruit de tekst of de figuur is samengesteld. Dit betekent voor Viewdata een korte bezettingstijd van de telefoonverbinding en voor Teletekst dat per cyclus vele bladzijden tekst overgezonden kunnen worden.

Het zwakke punt van deze systemen is de beperkte omvang van de verzameling tekens en basispatronen waaruit gekozen kan worden. De samensteller van een tekst moet zich beperken tot het gebruik van die standaard-set tekens en basispatronen die eenmaal door normering van de karaktergenerator aan de ontvangzijde is vastgesteld. Verder is het met slechts weinig detail kunnen weergeven van figuren eveneens een nadelige eigenschap.

TELEBORD

Het Telebord systeem is ingericht voor het vervaardigen, overdragen en weergeven van groeibeelden in kombinatie met bijbehorend geluid. Voor het vervaardigen van groeibeelden wordt gebruik gemaakt van een tweetal grafische modes.

Bij de schrijf-mode staat een schrijftableau [1] ter beschikking waarop met een bijbehorende pen geschreven of getekend kan worden. De informatie over de positie van de bewegende pen-punt wordt eerst omgezet in een analoog elektrisch signaal, daarna volgt een omzetting in digitale vorm. De analoog-digitaal-omzetting geschiedt volgens een kettingkoderingsmethode [2], waarover meer in de volgende paragraaf.

Bij de typografie-mode [3] wordt een toetsenbord gebruikt. Door het indrukken van een toets wordt een ROM uitgelezen waarin de informatie van een letter, cijfer, leesteken, symbool of zelfs een complete tekening is opgeborgen volgens dezelfde ketting-kodering die ook in de schrijfmode is toegepast. Er is dus in principe geen verschil tussen de koderingen van resp. handgeschreven en getypte informatie.

Niet getekend in het principe-schema van fig. 2 is een editor die in een werkgeheugen de informatie uit schrijftableau en toetsenbord verzamelt. De editor kan de verzamelde en eventueel bewerkte informatie in een bestuurbaar tempo aanbieden aan de recorder.

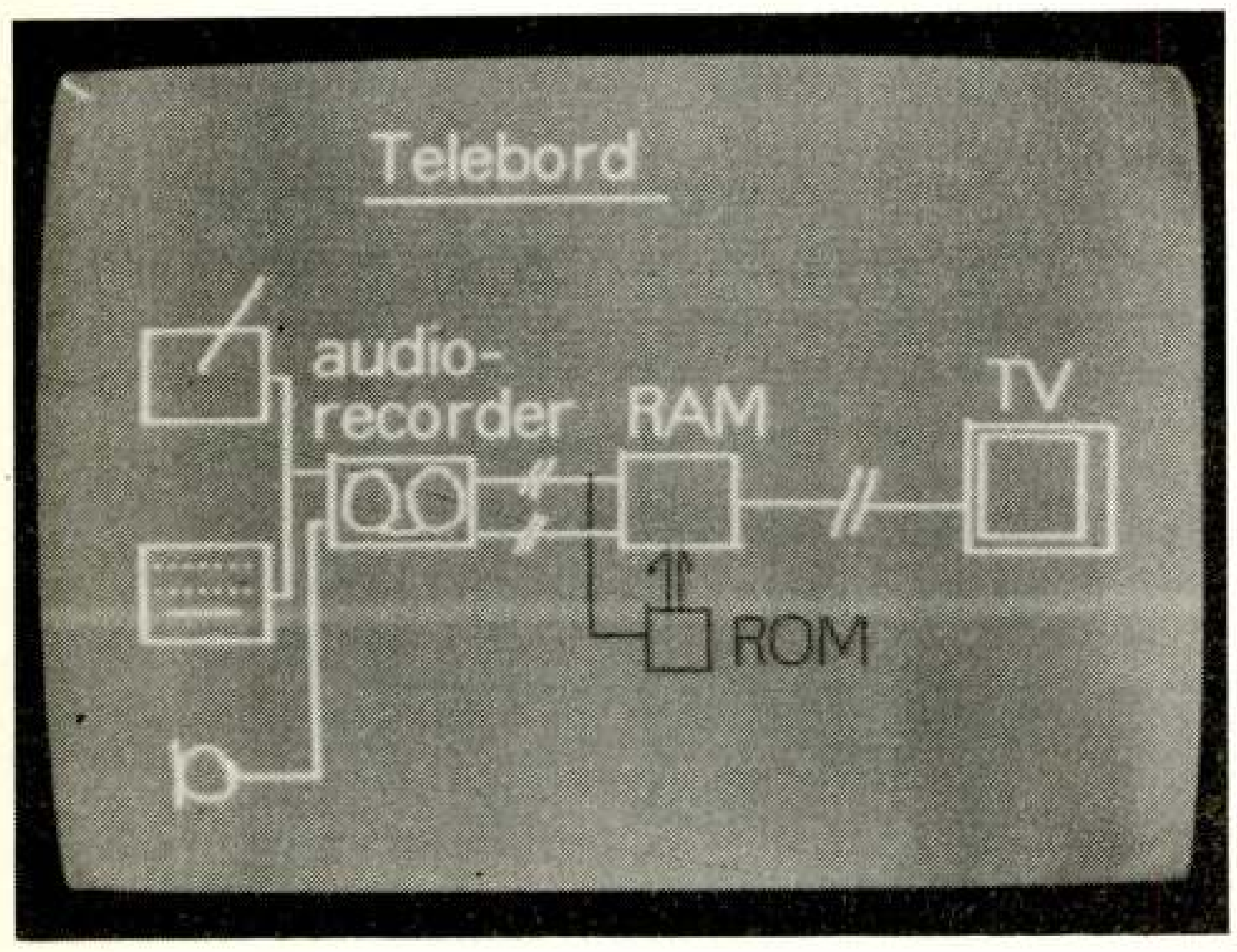


Fig. 2 Principe Telebord.

In aansluiting op de gangbare praktijk in omroepstudio's worden Telebordprogramma's opgenomen op magneetband. Een eenvoudige audio-cassette-recorder in stereo-uitvoering is echter al voldoende. Eén spoor dient voor analoge geluidsregistratie; het andere spoor registreert de digitale beelddata.

Een aldus geregistreerd Telebordsignaal kan direkt of na transport via een smalbandige verbinding worden omgezet in een Videosignaal. Hiertoe worden de beeldpunten zodanig in een Random Acces Memory (RAM) opgeslagen dat een lijnvormige aftasting van dit geheugen in videotempo mogelijk is. Hierbij zijn verschillende uitvoeringen mogelijk:

1e. Van elk beeldpunt waaruit een beeld is opgebouwd wordt genoteerd op welke beeldlijn het zich bevindt, welke plaats het op de beeldlijn inneemt en eventueel in welke kleur het op het beeldscherm moet verschijnen. Door gebruik te maken van een "run-length" kodering kan hier de benodigde geheugenruimte beperkt blijven tot ca. 5 bits per beeldpunt. Een vrij uitgebreid plaatje blijkt ongeveer 6000 beeldpunten te bevatten. Men kan dus volstaan met een geheugencapaciteit van ca. 30 kbit. Hier is met behulp van een vrij gecompliceerde organisatie een konversie te realiseren die betrekkelijk weinig geheugenruimte vraagt [4].

2e. Een andere methode is het reserveren van een geheugenplaats voor elk mogelijk beeldpunt. Een voor grafische doeleinden aangepaste beeldkwaliteit vraagt voor deze methode een geheugenomvang van 1024 x 512 bits, als slechts informatie opgeslagen wordt over het wèl of niet oplichten van een beeldpunt. Toevoeging van kleur-informatie (3 kleuren) betekent hier één bit per beeldpunt extra, hetgeen neerkomt op een verdubbeling van de geheugenomvang. Het voordeel van deze methode is de minder gecompliceerde organisatie, het nadeel is de vrij grote geheugenomvang. De snel afnemende prijs van geheugenelementen werkt in het voordeel van de laatstgènoemde methode.

Met gebruikmaking van een Video-RAM volgens één van de bovengenoemde principes wordt een dekoder verkregen die alle grafische informatie omzet in een videosignaal. Het maakt niet uit of handgeschreven informatie of lettertekens worden aangeboden, zij worden op dezelfde wijze door de dekoder verwerkt. *Dit houdt in dat alle typen alfabetten, dus ook het Griekse, Arabische, Chinese en Japanse gebruikt kunnen worden zonder dat dit konsekwenties heeft voor de ontvangapparatuur.* Ook de afstand tussen de letters kan vrij gekozen worden; men kan een "i" minder ruimte laten innemen dan een "W"

De grote keuzevrijheid kost wel iets: een letter of cijfer vraagt gemiddeld 114 bits om te worden overgezonden.

Vergeleken met Teletekst, waar slechts 7 bits voldoende zijn voor het koderen van een teken, vraagt dit een langere overdrachtstijd. Dit nadeel kan ondervangen worden door véél voorkomende symbolen in het Telebordsysteem niet als tekening, maar als ASCII-kodewoord over te zenden. Aan de ontvangzijde dient dan een karaktergenerator (ROM) aanwezig te zijn om deze kodewoorden te vertalen en daarna in te lezen in het Video-RAM.
Resumerend: Telebord biedt een grafische mode met mogelijkheden voor detailrijke figuren en een onbeperkte vrijheid in het gebruik van symbolen en lettertekens uit alle mogelijke talen. Tekst in een voorkeuralfabet kan eventueel snel worden overgezonden (7 bits per teken), het gebruik van bijzondere lettertekens en symbolen vraagt een langere transmissietijd (gemiddeld 114 bits per symbool).

KETTINGKODE TELEBORD

We willen hier wat nader ingaan op de ketting-kodering [2] en de wijze waarop schrift en ASCII-symbolen gekombineerd kunnen worden in één kodeschema.
Het neerzetten van de pen wordt gekodeerd in een vrij lang onconditioneel te herkennen kodewoord (woord "a", fig. 3). De dekoder kan na ontvangst hiervan door aftelling de andere kodewoorden vinden.



Fig. 3 Organisatieschema kettingkode.

Woord "b" deelt enkele bijzonderheden mee over de lijn die beschreven gaat worden; het geeft informatie over de kleur, over inschrijven of wissen en over het gebruik van een elektronische lineaal (het vasthouden van één der coördinaten). Kodewoord "c" geeft de beginpositie van een lijn in de gewenste nauwkeurigheid. Kodewoord "d" geeft de eerste absolute richting van de pen, daarna gevolgd door evenzoveel soortgelijke woorden als de lijn voortduurt. Als er sprake is van geen of een geringe richtingsverandering worden in plaats van de kodewoorden "d" de korte kodewoorden "e" gegenereerd; hiermede kan een snelle overdracht van rechte of tamelijk rechte lijnstukken worden verkregen. Tenslotte wordt door woord "f" de afsluiting van een lijn aangegeven.

Woord "b" kan worden benut voor het aangeven van de overgang op ASCII-kodering. Daartoe wordt dit woord uitgebreid met 1 bit. Hiermede kan aangegeven worden dat de woorden "d" en "e" geen richting aangeven maar een ASCII-kodewoord en vice-versa. Het ASCII-kodewoord geeft de ontvanger het adres in het ROM waar het betreffende teken is opgeborgen.

UITBREIDING VAN DE TELETEKST EN VIEWDATA ONTVANGER MET EEN VIDEO-RAM

De uitbreiding van de Teletekst/Viewdata ontvanger met een Video-RAM zou een grafische mode van zeer veel betere kwaliteit kunnen opleveren. Voor de presentatie van grafische beelden staan dan b.v. 1024 x 512 beeldpunten ter beschikking in plaats van de slechts 72 x 80 blokjes in de huidige situatie.

Fig. 4 laat zien dat normale tekens via de ASCII-kodering uit het ontvanger-ROM worden opgeroepen; speciale tekens worden als tekeningen direct in het Video-RAM ingelezen. Gewone tekens worden snel overgedragen, bijzondere tekens vragen een langere transmissietijd.

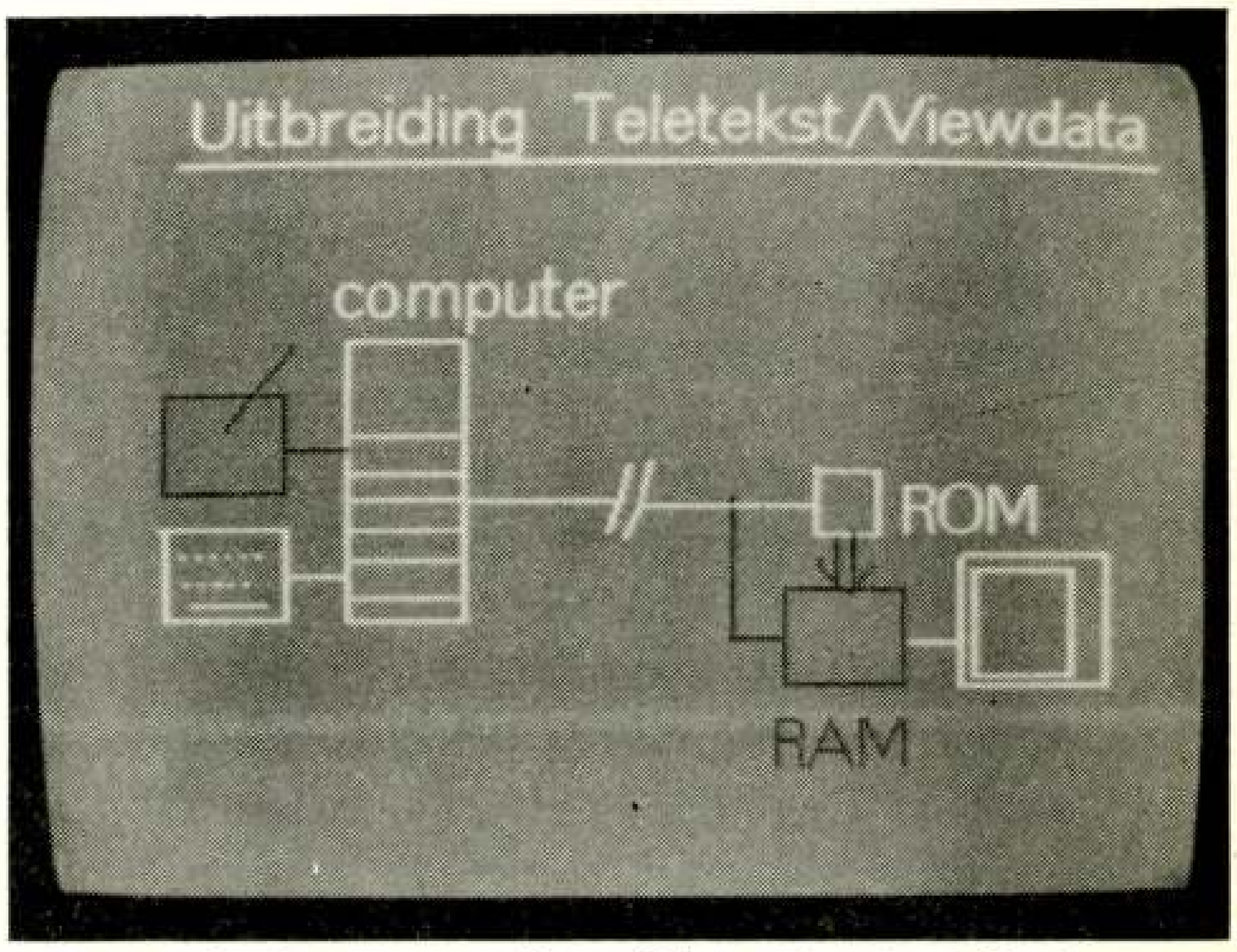


Fig. 4 Principe-schema uitbreiding Teletekst/Viewdata ontvanger met Video-RAM.

Een wissel in de gebruikte kodering kan weer zorg dragen voor de overgang van de ene mode in de andere.

EIGEN AANTEKENINGEN IN HET ELEKTRONISCH ARCHIEF

Het door elkaar gebruiken van "druk-letters" en handschrift opent de mogelijkheid om teksten die uit een geheugenbestand worden opgeroepen of die rechtstreeks via een data-kanaal op het beeldscherm verschijnen, te voorzien van handgeschreven opmerkingen, notities, aanvul-

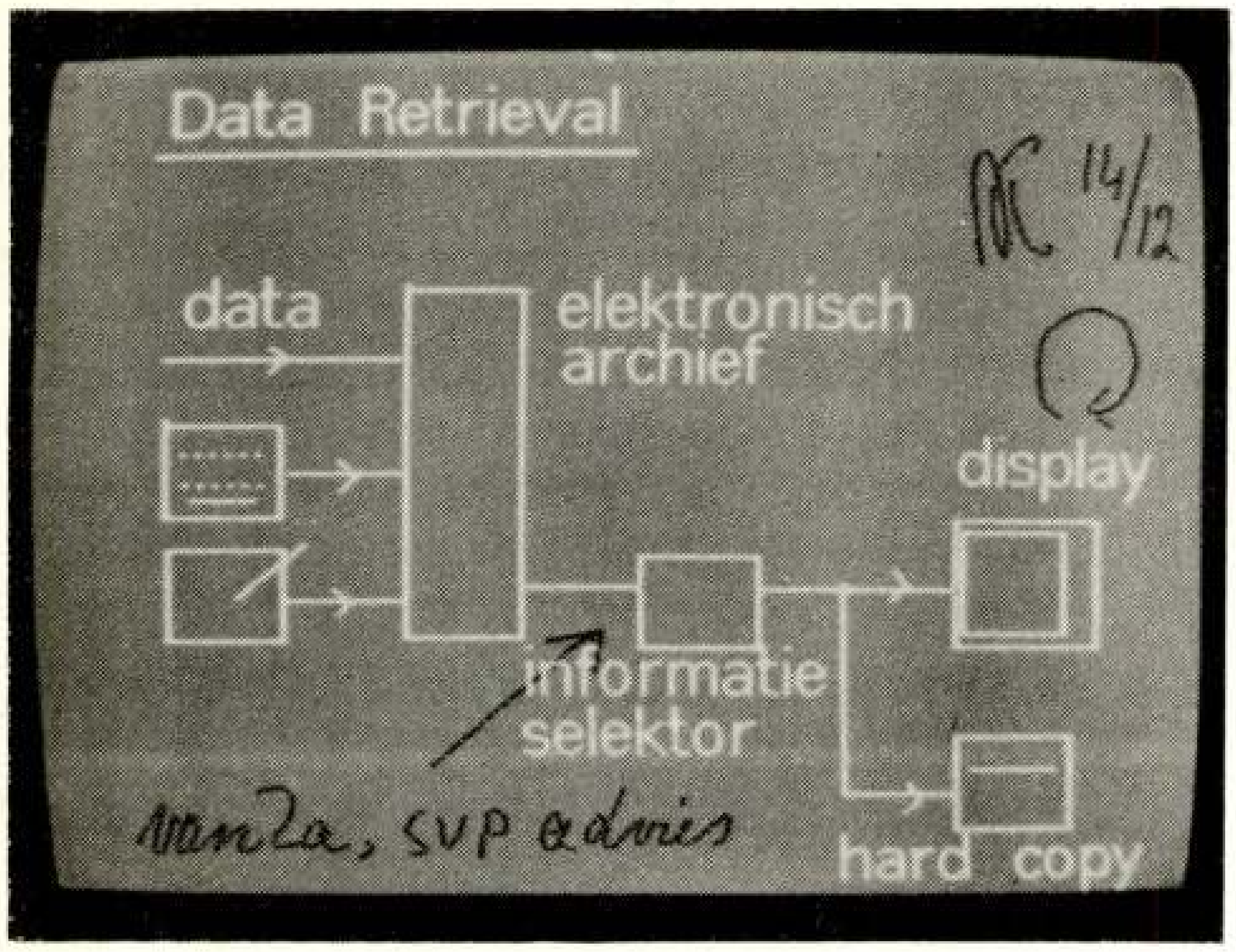


Fig. 5 Systeem voor toevoeging en verwijdering van handgeschreven informatie.



Fig. 6 Samenstelling van een multiplex Telebordsignaal voor overdracht van 29 Telebordprogramma's over één videokanaal.

lingen, paraaf, datum e.d. De aldus bewerkte informatie kan bewaard worden in een aangepast elektronisch archief. Bij opvragen van de tekst kan de toegevoegde handgeschreven informatie weer verwijderd worden. Dit vindt plaats in de informatieselektor (fig. 5), waar geselekteerd wordt op grond van kenmerken die zijn aangebracht in woord "b" (fig. 3) van de kettingkode. Fig. 5 laat een tekst zien die in een later stadium voorzien is van handgeschreven kommentaar.

MEERKANAALS TELEBORD

In plaats van het overdragen van één TV-programma over het brede band videokanaal kan men ook denken aan de overdracht van meerdere Telebord-programma's tegelijkertijd. Als zo'n multiplex Telebord-signaal wordt voorzien van de gebruikelijke lijn- en rastersynchronisatiesignalen voor TV-overdracht kunnen het TV-zendernetwerk en grote delen van de TV-ontvanger ongewijzigd blijven. Snelle omschakeling van TV op Multi-Telebord uitzendingen en vice-versa behoort dan tot de mogelijkheden.
Het intact laten van de rastersynchronisatie heeft consekwenties voor de overdracht van het geluid dat bij elk Telebordprogramma hoort. Met name veroorzaakt het rastersynchronisatiesignaal hiaten in de informatiestroom; deze hiaten zijn voor de beeldweergave geen bezwaar, voor de geluidsreproduktie zijn zij ontoelaatbaar. Doordat gekozen is voor digitale overdracht van zowel beeld als geluid is het opvangen van de hiaten, met gebruikmaking van een digitale buffer, geen grote komplikatie.

Fig. 6 geeft een voorbeeld van een mogelijke organisatie van de Telebordsignalen. Elke beeldlijn bevat een pakket informatie dat behoort bij één Telebordprogramma. Een pakket bestaat uit een prefix van 64 bits, een groep van 184 bits voor de overdracht van geluid en een groep van 72 bits voor de overdracht van beeld. De prefix dient voor bit- en woordsynchronisatie.

De bovenste beeldlijn bevat het pakket informatie van Telebordkanaal 1. De tweede lijn bevat het pakket van Telebordkanaal 2 enzovoort, tot en met 29 beeldlijnen. Zo'n groep van 29 Telebord-pakketten kan 10x herhaald worden, samen 290 beeldlijnen vullend. Op deze wijze kunnen 29 Telebordkanalen gevormd worden.

Met een rasterfrekwentie van 50 Hz is de capaciteit voor geluidoverdracht 92.000 bits/s en die voor beeldoverdracht 36.000 bits/s per Telebordkanaal. Toepassing van Deltamodulatie voor de geluidoverdracht resulteert bij de gegeven bitsnelheid in een redelijke geluidkwaliteit. Een capaciteit van 36.000 bits/s voor het beeldkanaal maakt een onafhankelijke kodering van de beeldpunten mogelijk, hetgeen de beeldinformatie beter bestand maakt tegen het optreden van atmosferische storingen op de transmissieweg.

EDUCATIEVE TV-OMROEP IN NEDERLAND

Wanneer in Nederland een TV-kanaal voor educatieve doeleinden beschikbaar komt is het van belang zoveel mogelijk programma's tegelijk te kunnen uitzenden. Er zijn immers vele onderwijsrichtingen verdeeld in vele niveaus.
Het meerkanaals Telebordsysteem biedt de mogelijkheid ca. 30 educatieve programma's tegelijkertijd over één kanaal uit te zenden. Men kan hierbij nog denken aan een landelijk deel en een regionaal deel. Het programmapakket kan dan per regio van verschillende samenstelling zijn.

In afwachting van de verdere daling van de prijs van Video-RAM's kan nu al op ruime schaal ervaring met het maken en verwerken van Telebordprogramma's worden opgedaan. Men volstaat dan met het landelijk of regionaal uitzenden van 1 Telebordprogramma als normaal TV-programma.

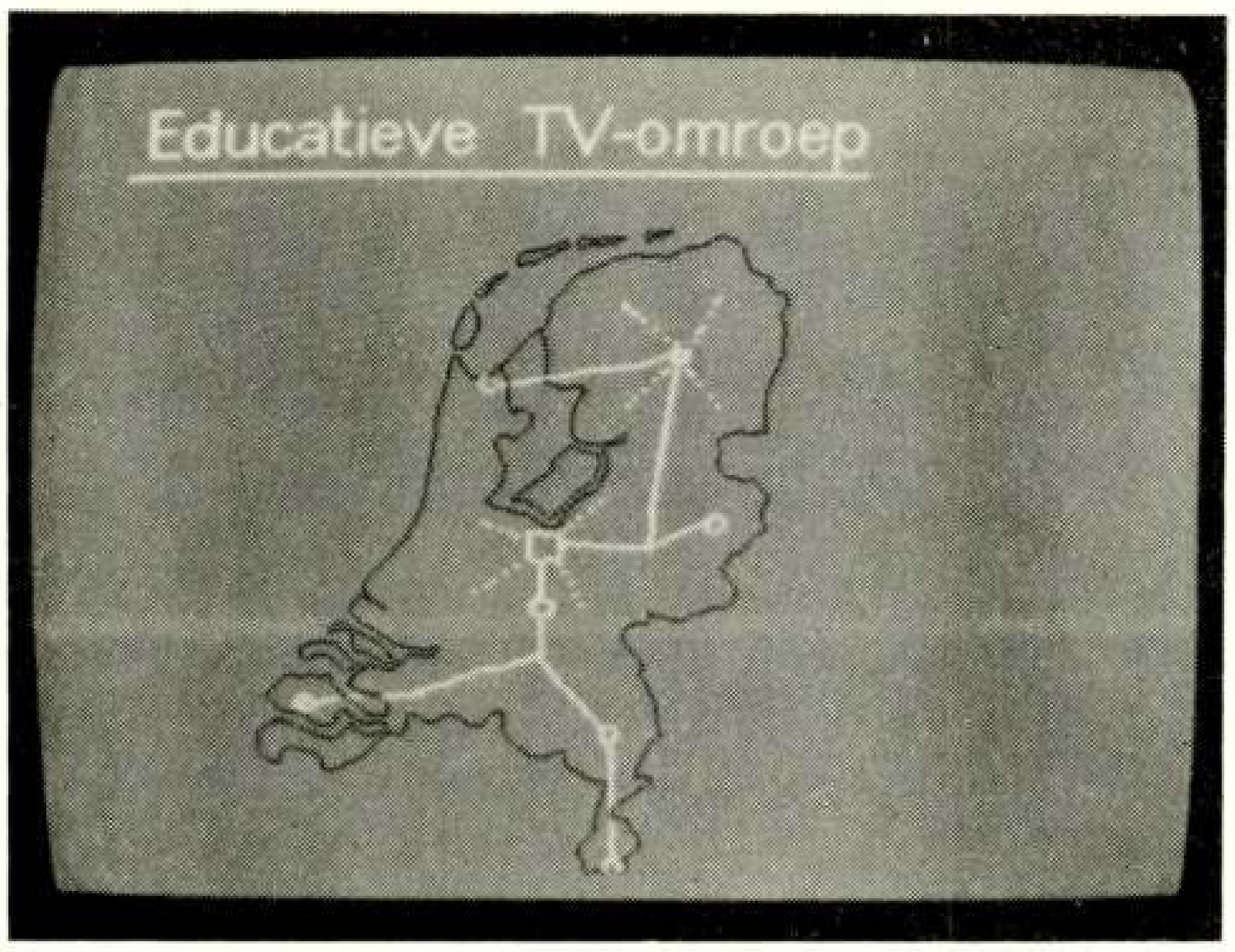


Fig. 7 TV-zendernet.

De TV-ontvangers van de deelnemers aan zo'n socio-technisch experiment behoeven dan niet met extra apparatuur te worden uitgerust.

Een dergelijk experiment is nu al 6 jaar gaande, waarbij de Fryske Akademy in samenwerking met T.H.-Delft elke 14 dagen een Telebordles uitzendt bestemd voor een 150-tal deelnemende basisscholen in Friesland.

VERANTWOORDING

Met dank wordt melding gemaakt van de discussies die over het hier behandelde onderwerp met Prof.J.L.Bordewijk en J.H. Bons gevoerd zijn.
De presentatie van het Telebordsysteem werd mogelijk gemaakt door de bijdrage van J.H. Bons aan het ontwerp en de ontwikkeling van een demonstreerbaar prototype.

LITERATUUR

[1] Nieuwkerk, L.R., A writing tablet for converting current handwriting into electrical signals. Tijdschrift van het NERG, 38, nr. 6, 1973.

[2] Kegel, A. and Bons, J.H., On the digital processing and transmission of handwriting and sketching. Conference Proceedings Eurocon 3-7 May 1977, Venice, p. 324-329.

[3] Boog, P. van den, A typographic mode as a supplement to the existing scribophony system. Journal of Applied Science and Engineering A, 3(1978) 159-169.

[4] Koudstaal, J.J. and Bons, J.H., The display of the electronic blackboard system. Tijdschrift van het NERG, 38, nr. 6, 1973.

[5] Bordewijk, J.L., Teleboard, Scribophone and their relation tot "Coded Text Transmission". Proceedings of the Symposium "Electronic Text Communication", Münchner Kreis, München, 12-15 June 1978, p. 291-303.

[6] Hesdahl, P.B., Realization of a multi-scribophony System. Journal of Applied Science and Engineering A, 1(1975/76) 229-235.

[7] Fryske Akademy Leeuwarden and Delft University of Technology, The use of the Telebord in Friesland.

[8] Kegel, A., Teleboard as a multi-channel educational broadcasting system. Teleinformatics 79, Conference of the International Federation for Information Processing (IFIP), 11-13 June 1979, Paris, p. 115-118.

*) Voordracht gehouden op 14 december 1979 in de Technische Hogeschool Delft tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG(nr. 276), de Benelux-sectie IEEE en de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

SATELLIETCOMMUNICATIE MET SCHEPEN

Ir. A. da Silva Curiel
PTT, DIRECTORAAT RADIOZAKEN

Long range communication services for ships still rely to a large extent on the use of hf-frequency bands, resulting in very poor signal quality and often excessive access delays. Since August 1976 the Marisat consortium have been providing a much more reliable service via the Marisat satellites.
The European Marecs satellites will be used in a follow-up system. The first Marecs satellite will be launched in 1981.
The experience gained from the development and operation of the Marisat and Marecs systems will be used by the international maritime satellite organization Inmarsat, which will come into operation in the course of this year.
This paper describes some technical and economical aspects of a maritime satellite system.

Huidige situatie

Als u vandaag de dag een telefoongesprek voert met een Nederlands schip ergens op de oceaan, dan maakt u gebruik van een communicatiesysteem dat al sinds 1932 in ongewijzigde vorm wordt toegepast.
De belangrijkste bezwaren van dit systeem zijn:
- de slechte kwaliteit van de hf-radioverbindingen
- de grote wachttijden
- de ongunstige exploitatie.

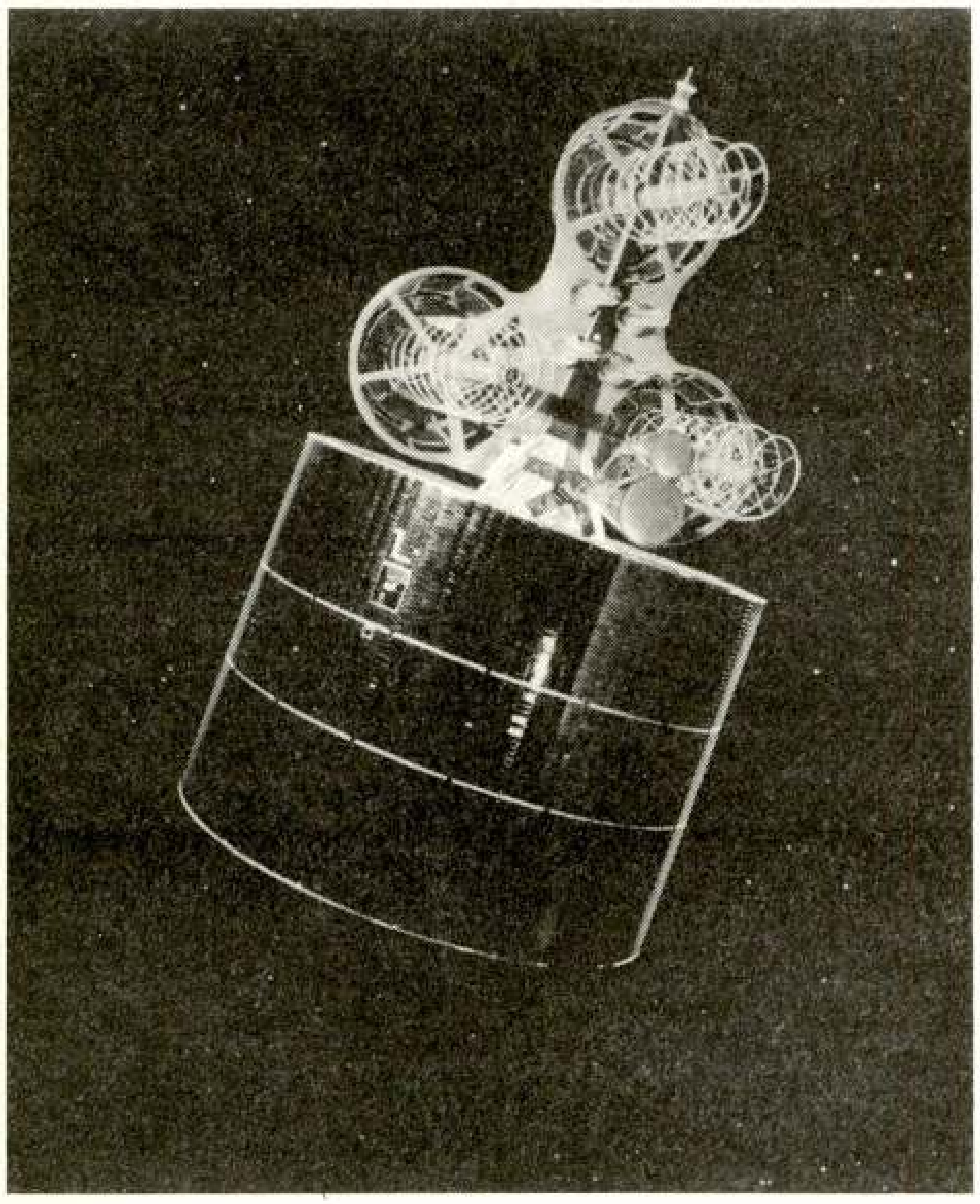
Exploitatief is het systeem onaantrekkelijk, zowel voor de reders als voor de eigenaars van kuststations. Dit is een gevolg van de onmogelijkheid om te automatiseren: een hf-verbinding vergt begeleiding zowel door de radio-officier aan boord van het schip als door een operator op het kuststation.
Om het optreden van grote wachttijden aannemelijk te maken is het nuttig om even stil te staan bij de gevolgde procedure voor het maken van verbindingen met schepen.
Telefoongesprekken met schepen worden aangevraagd bij het kuststation Scheveningen-Radio in IJmuiden. Het schip komt dan op "de verkeerslijst".
Dit is een lijst van roepletters van schepen waarvoor aanvragen voor gesprekken zijn. De verkeerslijst wordt iedere twee uur uitgesproken door een radiotelefoniste en uitgezonden via van tevoren aan de schepen bekende kanalen in alle of in een aantal maritieme frequentiebanden (2, 4, 6, 8, 12, 16 en 22 MHz).
Gemiddeld duurt het dus een uur voor de aanvraag van een walabonnee resulteert in de oproep van een schip.
Of de oproep wordt ontvangen hangt af van de propagatiecondities en van het wachtrooster van de radio-officier.
De oproep wordt zo nodig om de 2 uur herhaald, net zolang tot het schip zich meldt.
De ervaring leert dat een verblijfsduur op de verkeerslijst van 24 uur geen uitzondering is.
Direct na de uitzending van een verkeerslijst meldt zich een aantal schepen en als gevolg van het beperkte aantal bruikbare kanalen vormt zich dan een wachtrij. Het is ook alweer geen uitzondering als er in drukke perioden wachttijden van een uur ontstaan.
Als eenmaal een verbinding met aanvaardbare kwaliteit met het schip tot stand is gekomen, belt de operator op het kuststation de walabonnee en maakt de doorverbinding. Op dat moment blijkt niet zelden dat wat een aanvaardbare kwaliteit leek voor een radio-officier en een radiotelefoniste, nog geen garantie inhoudt voor een redelijke conversatie tussen minder getrainde mensen.

Recente ontwikkelingen

Sinds 1970 zijn diverse activiteiten ondernomen met het doel om een doelmatiger maritiem communicatiesysteem te verwezenlijken door toepassing van satellieten. Ik wil er enkele noemen:
INMARSAT. Allereerst dient vermeld te worden de oprichting van de "Inmarsat"-organisatie, onder auspiciën van de VN, die een wereldwijd maritiem satellietcommunicatie-systeem zal gaan exploiteren. De Inmarsat-overeenkomst is gesloten in 1976 en zal in september van dit jaar van kracht worden, aannemende dat op dat moment voldoende landen de overeenkomst geratificeerd hebben om ten minste 95% van het benodigde aanvangskapitaal zeker te stellen. Voor wat Nederland betreft, mag worden aangenomen dat ratificatie in april of mei zal plaatsvinden. Het deelnemingspercentage van Nederland bedraagt

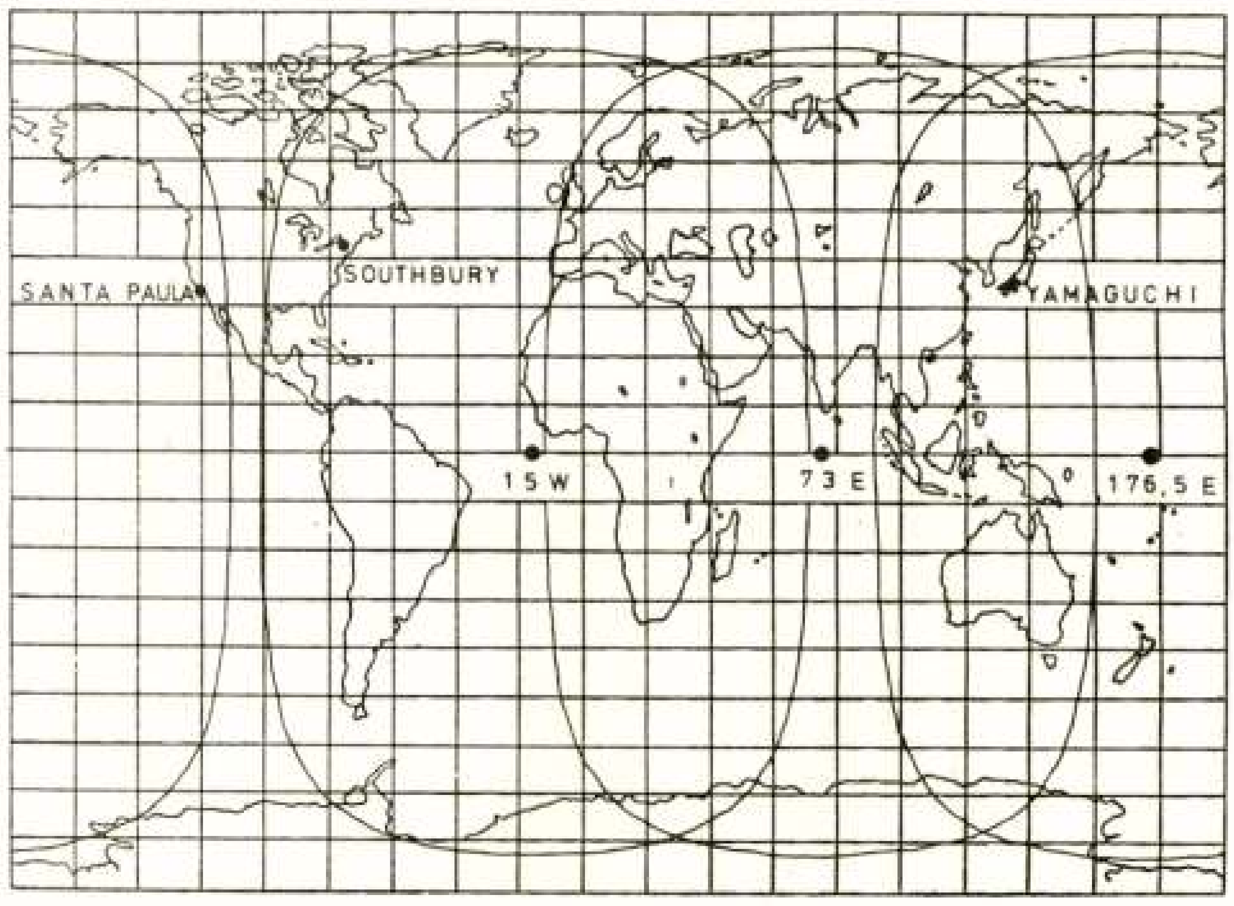
3,5%, ofwel $ 7 miljoen.
Hoewel de Inmarsat-organisatie dus nog niet van kracht is, worden al activiteiten ontplooid door een "Voorbereidende Commissie" (onder voorzitterschap van de Nederlander H. Sondaal) en door een aantal werkgroepen, o.a. een "Technical Panel" en een "Economical Panel".

MARISAT. Sinds 1976 is er een operationeel maritiem satellietsysteem "Marisat".
Het wordt geëxploiteerd door een Amerikaans consortium bestaande uit Comsat General, RCA, ITT en WUI.
Marisat maakt gebruik van drie geo-stationaire satellieten van de Amerikaanse marine (zie figuur 1).



Figuur 1. De Marisat-satelliet

In iedere satelliet is één transponder beschikbaar gesteld voor commercieel maritiem gebruik. De capaciteit is beperkt, namelijk maximaal 9 spraakkanalen.
Figuur 2 toont de verzorgingsgebieden van de Marisat-satellieten en de plaatsen waar zich grondstations bevinden.



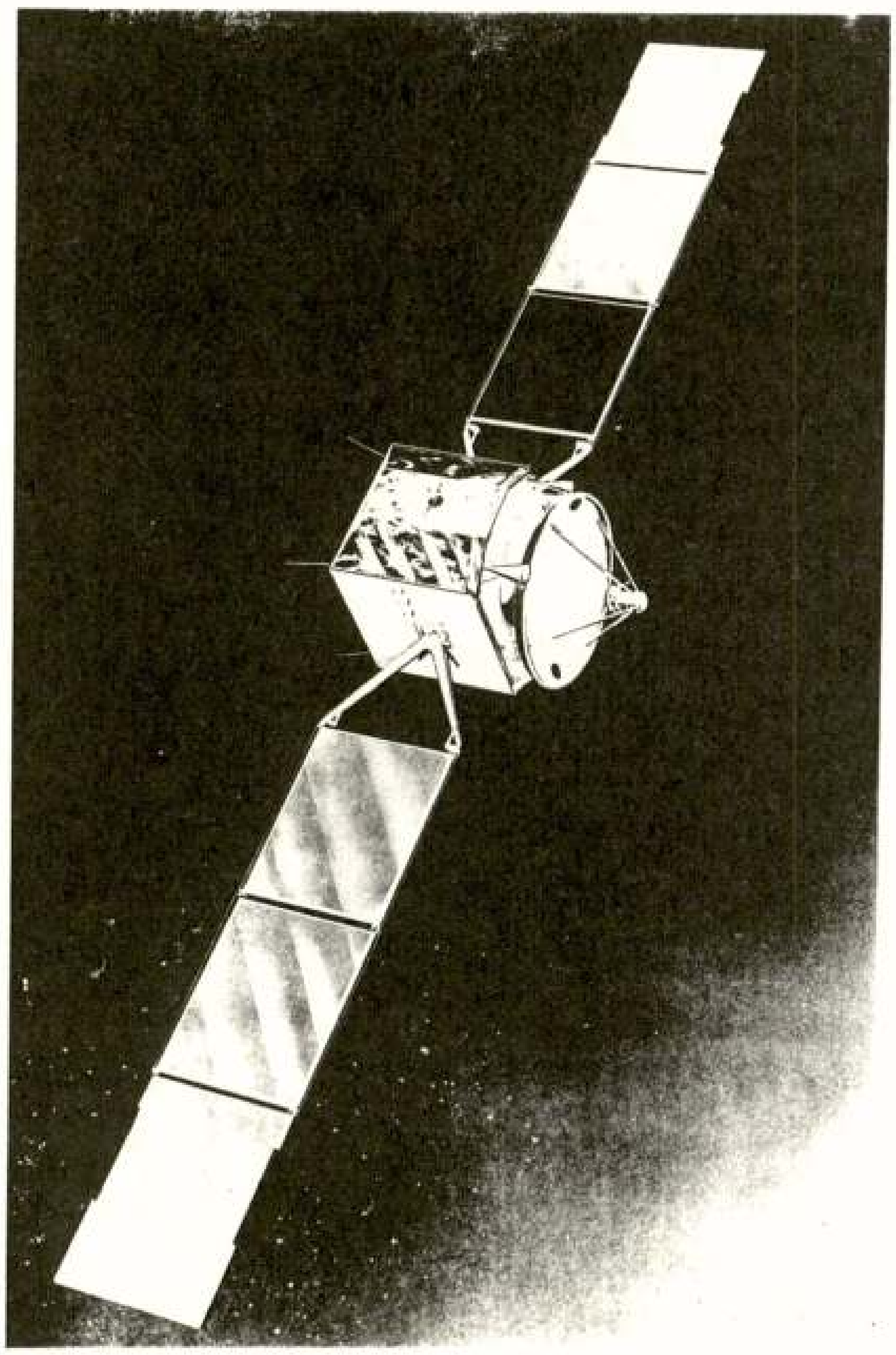
Figuur 2. Verzorgingsgebieden en grondstationlocaties voor het Marisat-systeem.

Er zijn momenteel ca. 150 schepen (geen Nederlandse) uitgerust met Marisat-terminals.
Zoals het zich nu laat aanzien zal het Marisat tijdperk beperkt blijven tot de levensduur van de satellieten, tot 1981 à 1983. Dan zal de Inmarsat-organisatie over eigen satellieten beschikken en Marisat verdwijnen.
Technisch heeft het Marisat-systeem een langere levensduur:
Het Technical Panel van Inmarsat heeft namelijk besloten om in eerste instantie de technische parameters van Marisat te adopteren. Ook in het 2e generatiesysteem, waarvan de systeemparameters al globaal zijn gedefinieerd, zal een aantal kenmerken van Marisat nog terug te vinden zijn.

MARECS. In opdracht van de European Space Agency (ESA) worden momenteel in Europa 3 maritieme satellieten ontwikkeld: de "Marecs"-satellieten (zie figuur 3).
Inmiddels is besloten dat deze satellieten zullen worden toegepast door Inmarsat, in een om politieke redenen nogal merkwaardige configuratie: nl. samen met 3 INTELSAT-V satellieten, waarin maritieme transponders worden aangebracht. De eerste Marecs-satelliet zal in 1981 worden gelanceerd.

Het Marecs-project is al in 1973 gestart, aanvankelijk met als doel om een experimentele satelliet "Marots" te ontwikkelen. De Marots-satelliet zou een proto-type zijn voor satellieten, die in een 2e generatiesysteem toegepast zouden kunnen worden.
Door de PTT's van de landen die in het Marecs-project deelnemen, is samen met ESA een technisch systeem ontwikkeld, gebaseerd op toepassing van de Marecs-satellieten. Dit systeem wijkt op een aan-

tal essentiële punten nogal af van het Marisat-systeem en heeft evenals de Marecs-satellieten de pretentie om "forward looking" te zijn. Het is als voorstel ingebracht in het Technical Panel van Inmarsat en vormt de basis voor het 2e generatie-Inmarsat-systeem.



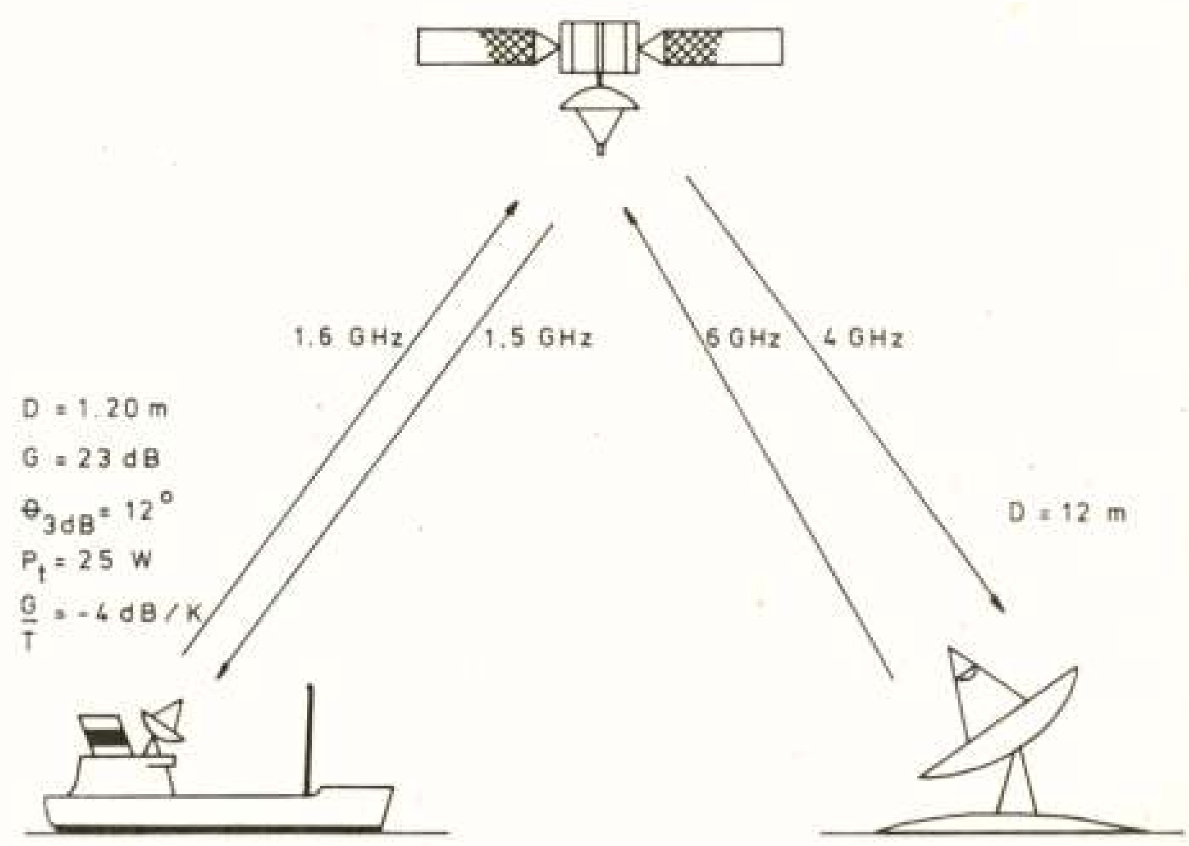
Figuur 3. De Marecs-satelliet

Algemene kenmerken van maritieme satellietsystemen

Figuur 4 toont enkele algemene kenmerken van een maritiem satellietsysteem (d.w.z. de kenmerken die Marisat en Marecs gemeen hebben).
De verbinding tussen het schip en de satelliet vindt plaats in de voor dit doel toegewezen frequentiebanden in de L-band:
1535 - 1542,5 MHz (satelliet naar schip)
en 1636,5 - 1644 MHz (schip naar satelliet).

Om schaarse L-bandfrequenties te sparen vindt in de satelliet een frequentietranslatie plaats naar frequenties in de 4- en 6 GHz-banden (toegewezen voor satellietverkeer voor vaste verbindingen).

Het meest in het oog springende onderdeel van de scheepsinstallatie is de antenne, met een parabolische reflector van ca. 1,20 m diameter. De antennewinst van een dergelijke antenne bedraagt



Figuur 4. Algemene kenmerken van een maritiem satellietsysteem

bij 1,5 GHz ca. 23 dB t.o.v. een isotrope straler. De bundelbreedte van ca. 12° maakt toepassing van een relatief eenvoudig autotrack-systeem noodzakelijk om de antenne op de satelliet gericht te houden.
Figuur 5 geeft een indruk van de mechanische opbouw van de scheepsantenne, figuur 6 toont een "typische" opstelling van een Marisat-antenne.
De antennes worden zonder uitzondering d.m.v. een radome beschermd tegen atmosferische invloeden.
Per telefoniekanaal is aan boord van het schip een zendvermogen van 25 W vereist.
Voor de satelliet bedraagt het L-band zendvermogen ca. 1 W per telefoniekanaal.



Figuur 5. Marisat-scheepsantenne



Figuur 6. Voorbeeld van een antenne-opstelling aan boord van een schip

Verschillen tussen het Marisat-systeem en het Marecs-systeem

De belangrijkste verschillen tussen beide systemen zijn samengevat in tabel 1.

De verschillen betreffen voornamelijk:

- De signaalkwaliteit voor telefonie. In beide gevallen wordt als modulatiesysteem narrowband fm toegepast. Marecs is echter geoptimaliseerd voor toepassing bij een minimale hf-signaalruisdichtheidverhouding C/No van 51 dBHz (waarde voor 95% van de tijd aan de rand van het verzorgingsgebied). Dit resulteert in een (theoretisch) lf-ruisniveau van ca. 10 000 pW.

  De Marisat parameters zijn geoptimaliseerd voor toepassingen met een geringer satellietvermogen en een minimale waarde voor C/No van ca. 46 dBHz. De resulterende lf-signaalkwaliteit wordt aangeduid als "mobile quality".

- De methode van oproepen in de richting wal-schip. In het Marisat-systeem wordt aan ieder deelnemend grondstation een eigen oproepkanaal toegewezen. In dit kanaal zendt het grondstation continu een digitaal signaal (1200 bit/s), waarin naast oproepinformatie ook 22 telexkanalen in tijdvolgorde worden uitgezonden. De informatie afkomstig van meerdere grondstations wordt dus in frequentie gestapeld (FDMA).

  In het Marecs-systeem maken maximaal 30 grondstations gebruik van een gemeenschappelijk digitaal kanaal. De informatie wordt in korte bursts met een snelheid van 9600 bits/s in tijdvolgorde uitgezonden (TDMA). Iedere burst bevat naast oproepinformatie nog 4 telexkanalen.

  Voordelen van het TDMA-systeem zijn: een efficiënt spectrumgebruik en de mogelijkheid voor de scheepsapparatuur om tegelijkertijd naar alle grondstations te "luisteren".

Tabel 1. Belangrijkste verschillen tussen Marecs en Marisat

	MARECS	MARISAT
VOICE MODULATION	NBFM (28 kHz)	
channel spacing	25 (50) kHz	
C/N_0	51 - 55 dBHz	46.4 - 50.4 dBHz
SHORE - SHIP CALLING and TG	one digital channel per 30 shore stations	one digital channel per shore station
modulation method	2Ø - PSK	
bit rate	9600 bits/s	1200 bits/s
multiple access	TDMA	FDMA
telex channels per shore station	4 (TDM)	22 (TDM)
SHIP-SHORE CALLING		
multiple access	RANDOM ACCESS	
bit rate	9600 bits/s	4800 bits/s
burst length	23.1 (17.3) ms	37.7 ms
SHIP - SHORE TG		
multiple access	TDMA	
bit rate	9600 bits/s	4800 bits/s
telex ch/voice ch	2x60	22

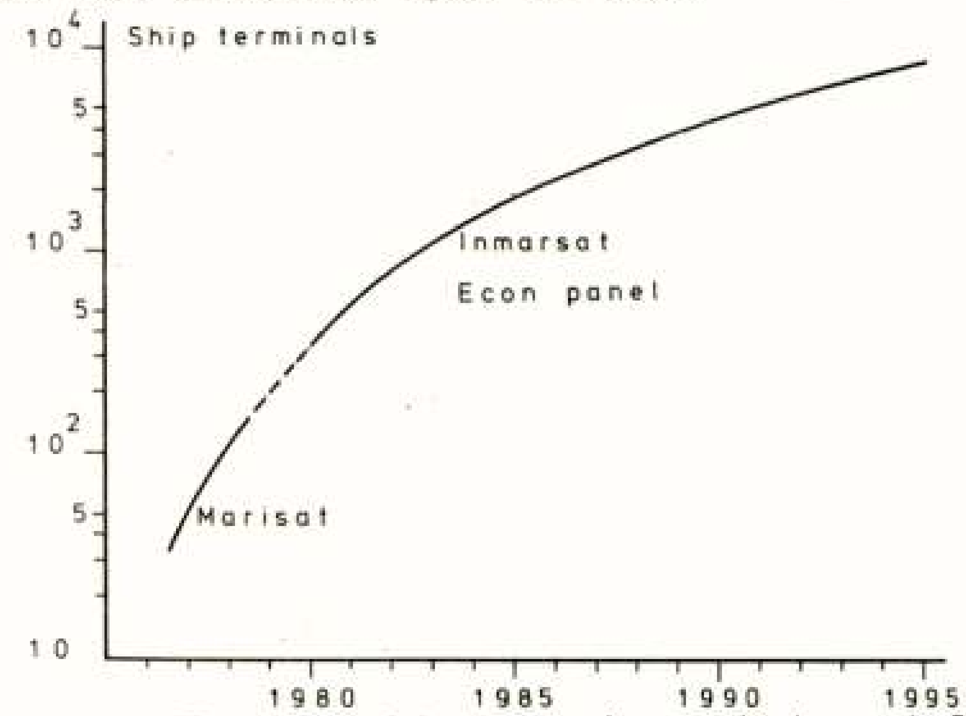
Economische vooruitzichten

De doelstelling van de INMARSAT-organisatie, zoals verwoord in Artikel 5 van de overeenkomst, luidt: "The organization shall operate on a sound economic and financial basis having regard to accepted commercial principles".

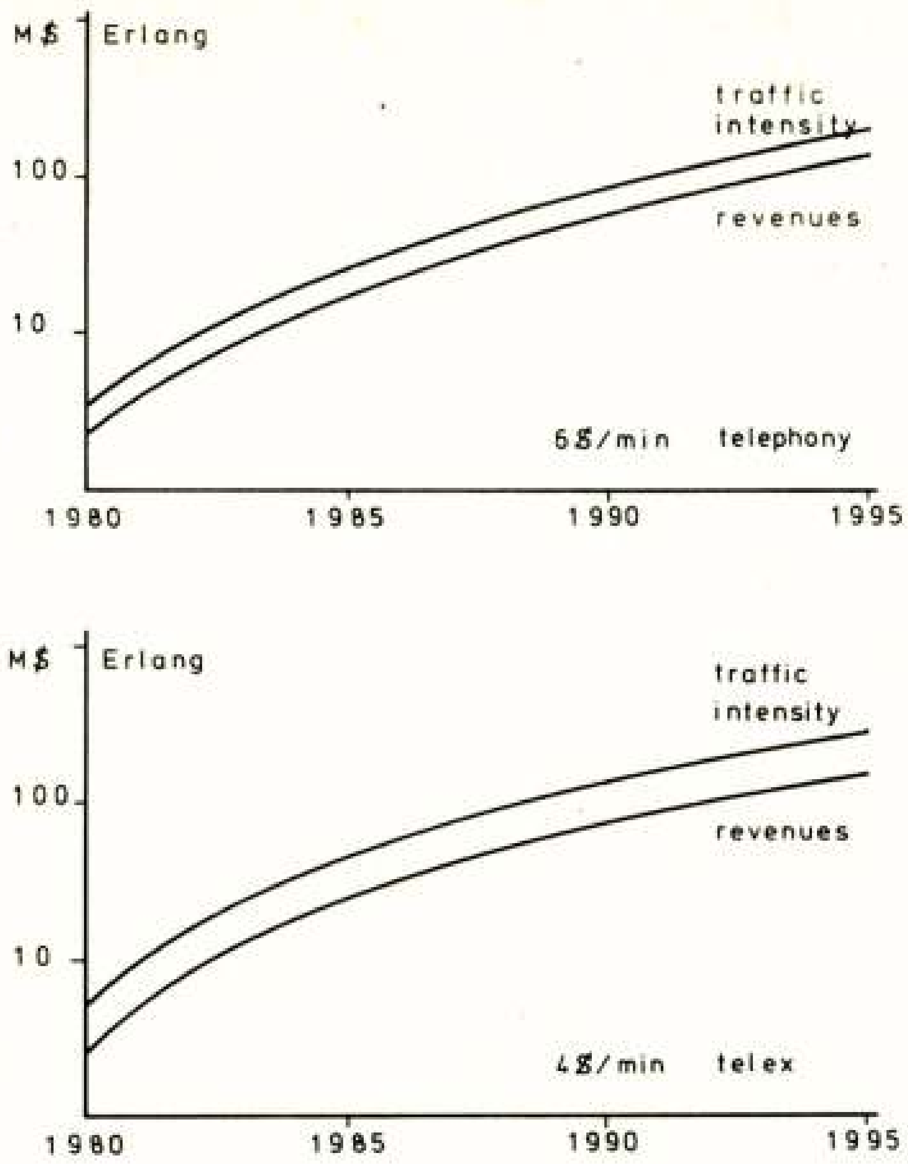
De werkzaamheden van het Economical Panel van Inmarsat zijn daarom voornamelijk gericht geweest op het onderzoeken van de economische levensvatbaarheid van Inmarsat. Hiertoe is onder meer in een groot aantal landen, waaronder Nederland, een marktonderzoek gehouden. De uitkomsten van dit marktonderzoek zijn gecorrigeerd op grond van de iets optimistischer verwachtingen van het Marisat-consortium.

Enkele resultaten van dit onderzoek worden getoond in de figuren 7 en 8.

In figuur 7 wordt de verwachte groei van het aantal scheepsterminals weergegeven, van ca. 150 op dit moment tot omstreeks 8500 in 1990.



Figuur 7. Te verwachten groei van het aantal scheepsterminals



Figuur 8. Te verwachten groei voor de verkeersintensiteit en inkomsten van Inmarsat

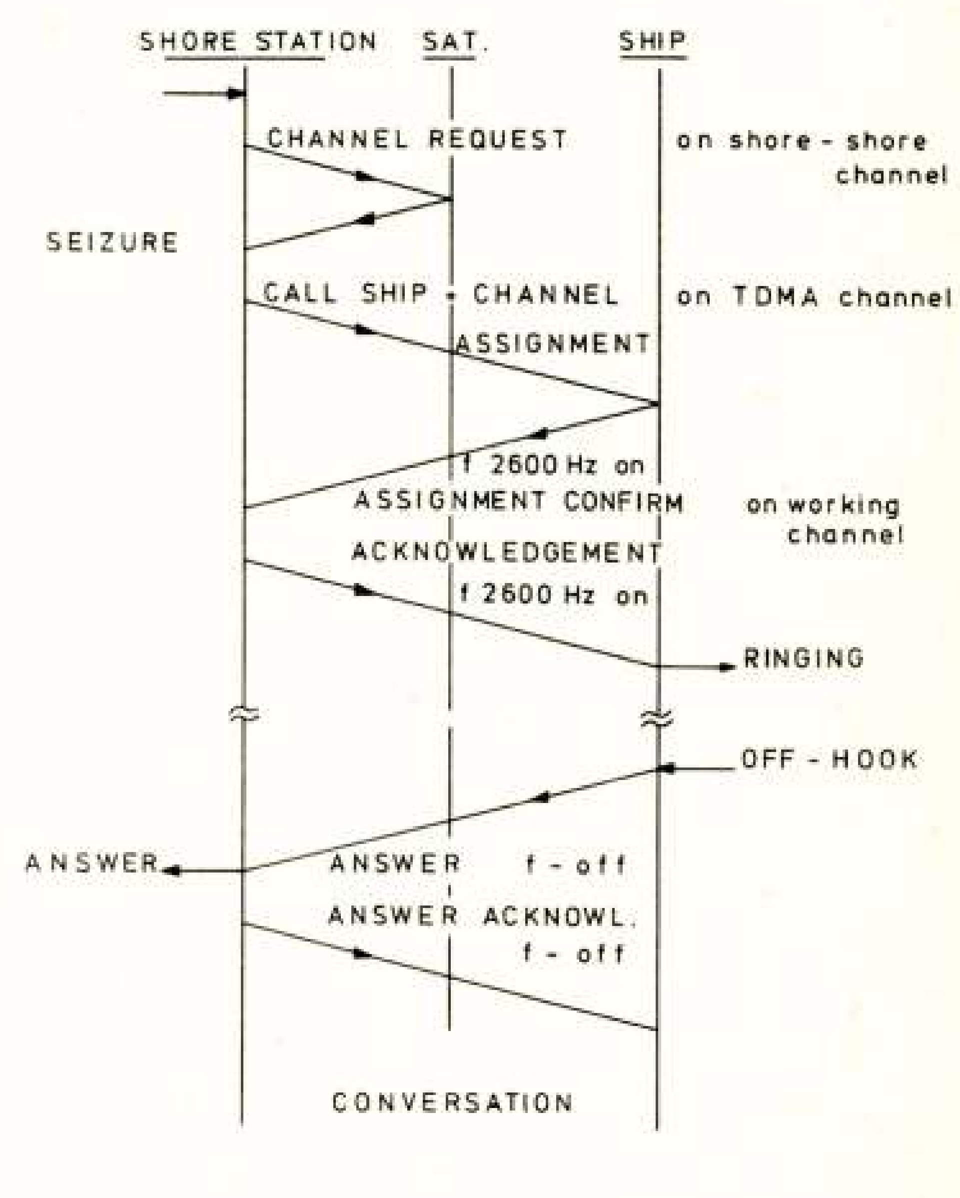
De figuren 8a en 8b tonen de resultaten van één van de studies over de te verwachten verkeersomvang en de daarmee samenhangende inkomsten van Inmarsat. In deze studie is gerekend met de huidige Marisat-tarieven, d.w.z. een tarief van $ 6/min voor telefonie en enkele andere diensten zoals data en facsimile en $ 4/min voor telex. Van deze bedragen wordt door de exploitant van het grondstation 4 $/min, respectievelijk 2 $/min aan Inmarsat afgedragen. Het resterende gedeelte is bedoeld voor de exploitatie van het grondstation en voor de lijnkosten.
Met de inmiddels bekende jaarlasten van ca. $ 25 miljoen voor het ruimtesegment en $ 5 miljoen/jaar voor andere vaste lasten, zal het "break even point" nog voor of omstreeks 1990 worden bereikt, daarna zal een positief rendement van 15% of hoger worden gemaakt.

Het automatisch opbouwen van wal-schipverbindingen

In het Marisat-systeem is nu reeds volledig automatisch telexverkeer met schepen mogelijk. Het telefoonverkeer is geautomatiseerd in de schip-walrichting, hoewel in principe ook het wal-schipverkeer kan worden geautomatiseerd.
In het hiernavolgende zullen we een tweetal facetten van het automatisch maken van een walschip telefoonverbinding de revue laten passeren: het nummersysteem en de signalering op de radioweg. De gegeven voorbeelden hebben betrekking op de toekomstige Inmarsat-organisatie en een veronderstelde toepassing daarin van het Marecs-signaleringssysteem.

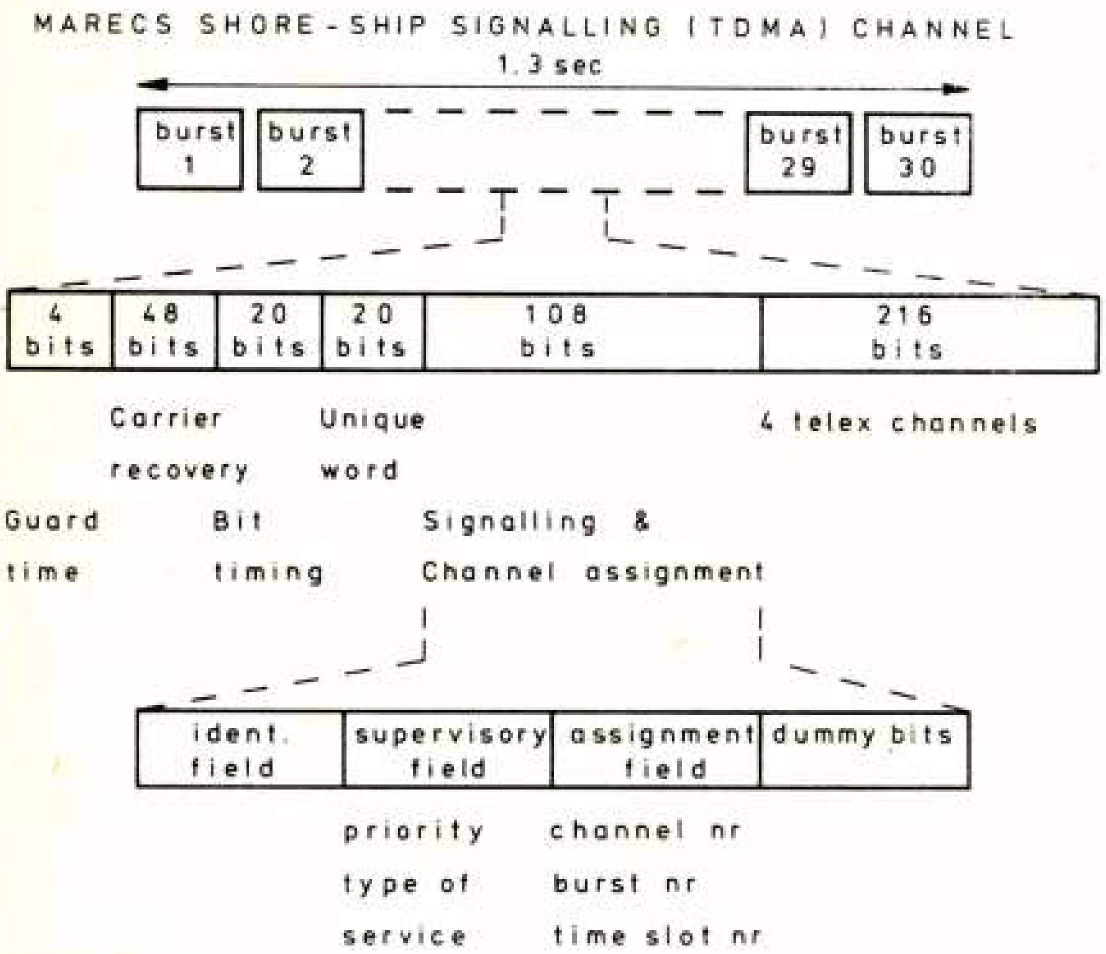
Nummersysteem. Ten behoeve van automatisch verkeer met schepen (niet alleen via satellieten) heeft CCITT recentelijk een nummersysteem voor schepen ontwikkeld.
Een satellietverbinding wordt daarin altijd opgevat als een internationale verbinding (dus ook een verbinding vanuit bv. Nederland naar een Nederlands schip).
De abonnee aan de wal draait eerst het internationale toegangsnummer - 09 voor een Nederlandse abonnee - en vervolgens een fictief 3-cijferig landennummer. Daarvoor zijn codes in de 870-879 reeks toegewezen. (Voor telex is de reeks 580-589 toegewezen.) Met het laatste cijfer kunnen verschillende diensten en verschillende oceanen worden aangegeven.
Het landennummer geeft verbinding met het grondstation. Vervolgens moet het nummer van het schip worden gekozen. CCITT heeft een 9-cijferig nummer aanbevolen, waarbij de eerste 3 cijfers de nationaliteit aangeven van de administratie die het nummer heeft uitgegeven.

Signalering (zie figuur 9). Het grondstation vraagt eerst een vrij kanaal aan. Dit geschiedt d.m.v. een uitzending in een dienstkanaal dat door alle grondstations wordt bewaakt.
Hierin meldt het grondstation in eerste instantie alleen de intentie om een vrij kanaal te bezetten. Op het moment dat het grondstation zijn eigen transmissie via de satelliet ontvangt kan volgens een aan alle deelnemende grondstations bekend "recept" een vrij kanaal worden bezet.



Figuur 9. Voorbeeld van de opbouw van een walschipverbinding voor telefonie

Vervolgens wordt het schip opgeroepen via het voor alle grondstations gemeenschappelijke (TDMA) oproepkanaal.
De schepen ontvangen continu alle in dit kanaal uitgezonden berichten.
Een gedeelte van de informatie die door elk grondstation wordt uitgezonden is signaleringsinformatie (zie figuur 10).
In dit gedeelte herkent het opgeroepen schip in het "identity field" zijn eigen nummer. In het "supervisory field" wordt de aard van de oproep aangegeven, in dit geval een oproep t.b.v. een telefoonverbinding. In het "assignment field" wordt het kanaalnummer opgegeven (en in geval van telex bovendien het nummer van het tijdslot in een TDMA-kanaal en het nummer van het telexkanaal in dit tijdslot). Er zij nog opgemerkt dat de informatie beschermd wordt door toepassing van een eenvoudige foutenherstellende code (BCH-code, correctie voor 2 bitfouten).



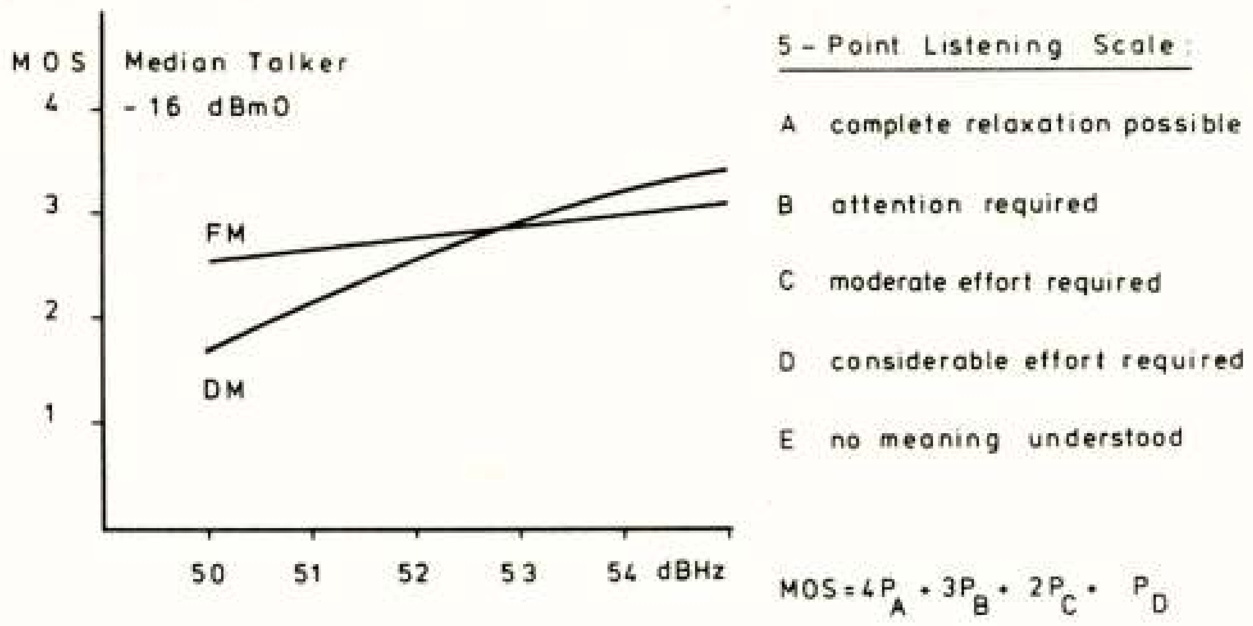
Figuur 10. Frame structuur van het Marecs walschip TDMA-kanaal

Het opgeroepen schip bevestigt ontvangst van de oproep door het zenden van een toonfrequent (lijnsignalerings)signaal van 2600 Hz in het aangegeven werkkanaal. Het grondstation zendt als bewijs van ontvangst eveneens een 2600 Hz signaal en na ontvangst daarvan op het schip wordt het weksignaal gegeven.
Bij het opnemen van de hoorn wordt eerst door het schip en vervolgens door het grondstation het lijnsignaleringssignaal verbroken, waarna de conversatie begint.
Opgemerkt zij dat de hier gevolgde lijnsignaleringsprocedure de gebruikelijke CCITT-procedure is.

Keuze van een geschikt modulatiesysteem voor telefonie

Zowel bij het Marisat-systeem als bij Marecs deed zich het probleem voor van de keuze van een geschikt modulatiesysteem voor de telefoniekanalen. Dat dit een probleem was, vloeit voort uit het feit dat er op papier nauwelijks verschillen zijn tussen de twee praktisch in aanmerking komende modulatiesystemen, te weten NBFM (narrow band FM) met een mf-bandbreedte van ca. 25 kHz en DM/PSK (delta modulatie/phase shift keying) met een bitrate van 32 kbit/s.
Beide modulatiesystemen voldoen aan de eis van "redelijke telefoonkwaliteit" (voor Marecs 10 000 pW bij afwezigheid van fading) en in beide gevallen kan een keuze worden gemaakt uit een aantal fabrikanten van modems.
Uiteindelijk is zowel in Amerika als in Europa voor NBFM gekozen, en wel op basis van het resultaat van luisterproeven. Deze keuze is overgenomen door het Technical Panel van INMARSAT.

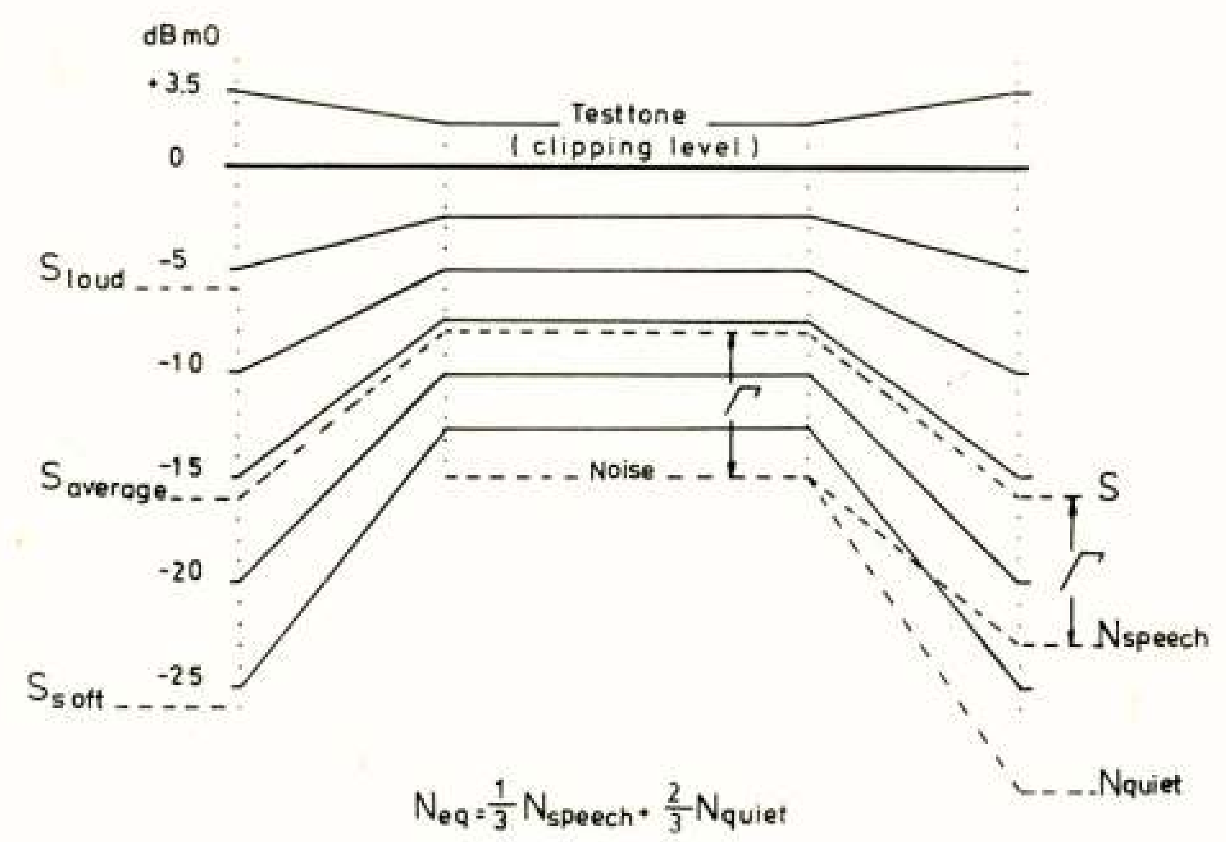
Omdat de Nederlandse PTT de Europese luisterproeven heeft gecoördineerd, kan daarvan enige nadere informatie worden gegeven.
In het laboratorium van ESA te Noordwijk (ESTEC) is in 1976 een proefopstelling gemaakt waarin een wal-schip satellietverbinding kon worden gesimuleerd. Daarbij werd gebruik gemaakt van een prototype van de Marecs-satelliet transponder en van NBFM- en DM/PSK-modems, ieder van een in aanmerking komend fabrikaat.
Door dit transmissiekanaal werden spraaksignalen gestuurd, bestaande uit reeksen korte zinnen van zelden meer dan 5 woorden, die werden uitgesproken door verschillende sprekers zowel mannelijke als vrouwelijke. De spraakniveaus werden ingesteld op -26 dBm0, overeenkomend met "zwakke sprekers", -16 dBm0 voor "gemiddelde sprekers" en -6 dBm0 voor "luide sprekers".
De resultaten werden vastgelegd op magneetband.
In de laboratoria van de Engelse, de Franse en de Noorse PTT werden de geregistreerde zinnen naderhand in een willekeurige volgorde ten gehore gebracht aan groepen niet-getrainde proefpersonen.
De proefpersonen gaven iedere zin een puntenwaardering, een "opinion score", waarbij gebruik werd gemaakt van de door CCITT aanbevolen 5-punts schaal. Van alle puntenwaarderingen behorende bij dezelfde hf-signaal-ruisverhouding en hetzelfde spraakniveau werd voor beide modulatiesystemen een gewogen gemiddelde bepaald, de "mean opinion score". Figuur 11 geeft het resultaat voor één spraakniveau weer. De beide andere spraakniveaus leveren overeenkomstige resultaten op.



Figuur 11. Mean opinion score voor FM en DM

Blijkbaar kan met DM een wat betere kwaliteit bereikt worden. De doorslag bij de keuze heeft echter het gedrag bij lagere signaal-ruisverhoudingen gegeven.
Daar neemt de kwaliteit van DM betrekkelijk snel af tot een onaanvaardbaar laag niveau, waarbij de ruis een onaangenaam brokkelig karakter krijgt.
De curve voor fm loopt betrekkelijk vlak en de kwaliteit blijft heel redelijk ook bij lagere signaal-ruisniveaus dan in deze figuur zijn aangegeven.

De kwaliteit bij fm is voor een belangrijk gedeelte het gevolg van de toepassing van een zgn. 2 : 1 compander, waarvan figuur 12 het principe toont.

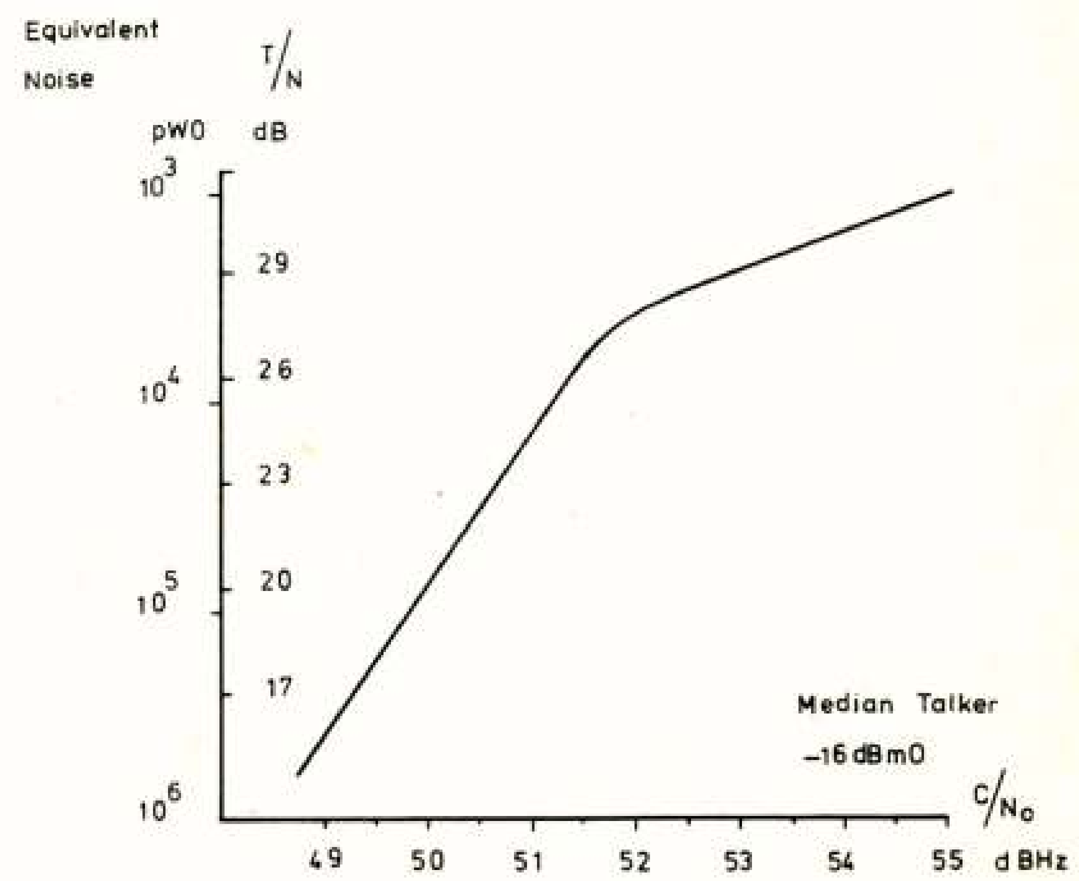


Figuur 12. Principe van 2 : 1 compressie van spraaksignalen

De niveauverschillen in de aangeboden spraak worden door een compressor aan zendzijde gehalveerd. De regeling is betrekkelijk traag, d.w.z. met een zodanige snelheid dat het lettergreepritme in de spraak (2-5 Hz) nog juist gevolgd wordt.
Aan ontvangzijde worden de oorspronkelijke niveauverhoudingen weer door een expander hersteld. Daarbij wordt het niveau van de ruis die ontstaat op de transmissieweg gehalveerd tijdens perioden waarin niet wordt gesproken.

Tijdens spraak neemt de ruis toe tot een niveau dat wordt bepaald door de signaal-ruisverhouding aan de ingang van de expander. Het ruisniveau aan de uitgang van de expander varieert dus in het spraakritme (in Engelstalige landen spreekt men van het "hush-hush" effect).
Bij een subjectieve beoordeling wordt de ruis gewaardeerd op een niveau ergens tussen het rustniveau en het niveau tijdens de spraak. Een praktijkformule voor het equivalente ruisniveau is in de figuur aangegeven.

Figuur 13 toont ten slotte voor Marecs bij gemiddeld spraakniveau het theoretische resultaat voor het equivalente ruisniveau als functie van de hf-signaal-ruisdichtheidverhouding. Opgemerkt dient te worden dat de subjectieve beoordeling in werkelijkheid lager uitvalt dan volgt uit deze figuur.



Figuur 13. Equivalent ruisniveau in een Marecs spraakkanaal (theoretisch)

De belangrijkste oorzaak daarvoor is waarschijnlijk de vervorming die optreedt als gevolg van twee effecten, nl. begrenzing van pieken in het spraaksignaal en de voor de toegepaste maximale frequentiezwaai (8,64 kHz) nogal krappe mf-bandbreedte.

CONCLUSIE

Het Marisat-satellietsysteem heeft voor de maritieme wereld een nieuw tijdperk ingeluid. De ervaring opgedaan met dit systeem en met het ontwerp van het Europese Marecs-systeem, zullen de internationale satellietorganisatie Inmarsat een goede start geven. Verwacht mag worden dat het aantal satelliet terminals aan boord van schepen en het gebruik daarvan, zodanig zal blijven groeien dat omstreeks de eeuwwisseling een aanzienlijk gedeelte van het maritieme lange-afstandsverkeer via het nieuwe medium zal worden afgewikkeld.

Voordracht gehouden op 29 maart 1979 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 279), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

DIGITAL SELECTIVE CALLING

H. da Silva
Dr. Neher Laboratorium PTT

A system for addressing ships, groups of ships or for coast stations, to expedite the handling of traffic in the Maritime Mobile Service and to facilitate the communication in case of distress alerting. The operational and technical characteristics of the system are specified in CCIR Recommendation 493. The information is grouped in signals, coded in a ten-unit error detecting code (7 information bits and 3 check bits). The class of emission is FSK with a frequency shift of 170 Hz in the MF and HF bands, and of 800 Hz in the VHF and UHF channels. The modulation rate in these frequency bands is 100 baud and 1200 baud respectively.
The transmission takes place in a "time-spread" mode by re-transmission of each signal after an interval of the transmission time of four other signals, allowing for a time-diversity reception interval of 400 ms for MF and HF channels and for 33 1/3 ms for VHF/UHF radio channels.
Apart from selective calls, directed either to individual ships or to predetermined groups of ships, the system can broadcast collective calls such as Distress Calls and All Ships Calls.
Though the technical and operational characteristics are specified, much has still to be organized. No procedures have yet been agreed upon while these are at least as essential as a good technical system.

Inleiding.

Tot de komst van de radio waren alle schepen, varende op de Wereldzeeën van alle contact met de wal en, met elkander, voor zover zij zich buiten zichtsafstand van elkander bevonden, verstoken.

De korte golf begon, hoewel gebrekkig, communicatie met de schepen mogelijk te maken. Tot voor zeer recent werden alle telefoon- en telegraafverbindingen via dit medium gerealiseerd.

De kwaliteit van de korte golfverbindingen laat echter wel te wensen; vooral voor de telefoonverbindingen kan dit zeer hinderlijk zijn. Veel is aan de kwaliteit verbeterd door toepassing van Lincompex (Linked Compressor and Expander). De telegraafverbindingen hebben van de magere kwaliteit van de korte golf veel minder last door de (tweewaardige) digitale informatie-overdracht. Deze overdrachtmethode, gekoppeld aan automatische herhaling van als foutief herkende informatie, zorgen voor zeer acceptabele telexverbindingen.

Het grootste probleem bij de scheepsverbindingen is echter van organisatorische aard. Een soms uren belopende voorbereidingstijd van telefoon- of telegraafverbindingen zorgen voor een niet aantrekkelijke dienst.

Wanneer landabonnees verbinding wensen, wordt dit door het kuststation kenbaar gemaakt door het gewenste schip op de "Verkeerslijst" te plaatsen. Deze lijst wordt slechts enkele malen per dag, op vaste tijden uitgezonden.

Met de komst van de satellieten voor maritiem verkeer is dit facet opgelost terwijl de kwaliteit van de satellietverbindingen verre boven die van de korte golf uitgaat. Echter zal in de periode tot het jaar 2000 het merendeel van de zeevarende schepen zijn aangewezen op de korte golf verbindingen, terwijl ook zij aan goede communicatie behoefte hebben.

Een verbetering, althans in de voorbereidingstijd, wordt verwacht van een doelmatig oproepsysteem. De IMCO (Inter Governmental Maritime Consultative Organization) heeft het tot stand komen van zo'n oproepsysteem zeer gestimuleerd.

Na lange tijd van studie en proefnemingen met verschillende coderings- en modulatiemethoden is tenslotte een systeem tot stand gekomen, waarvan de technische en operationele karakteristieken zijn beschreven in CCIR Recommendatie 493, die in 1978 unaniem werd aanvaard.

Het oproepsysteem

Technische karakteristieken:

Alle informatie is ondergebracht in diskrete eenheden, woorden van 7 bits, waarmede dus 128 combinaties kunnen worden gevormd en worden aangeduid met nr. 0 t/m nr. 127. Aan deze 7-bits woorden (tekens) worden 3 checkbits toegevoegd die het aantal bits in de status "0", aangeven door een binair getal. Zo wordt teken nr. 40 gecodeerd als 0101000. In deze combinatie zijn 5 bits in de status "0", zodat de checkbits zijn gecodeerd 101. Dit getal wordt als een 10-bits signaal: 0101000101 verzonden.

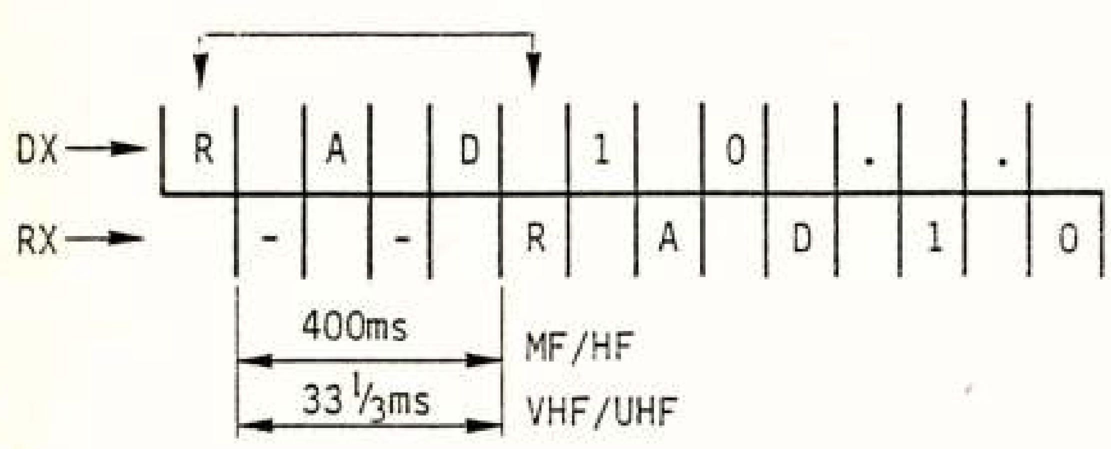
Van eventueel optredende fouten gedurende de radio-overdracht, wordt het merendeel door deze "error detecting" code onderkend (fig. 1).

SYMBOOL NR.	INFORMATIE BITS	CHECK BITS	AANTAL 0-BITS IN INFO
127	1111111	000	0
125	1011111	001	1
122	0101111	010	2
108	0011011	011	3
100	0010011	100	4
99	1100011	011	3
10	0101000	101	5
4	0010000	110	6
0	0000000	111	7

fig. 1: codering van de signalen

De signalen 00 t.e.m. 99 worden gebruikt om numerieke gegevens over te seinen, waarbij één signaal steeds twee decimale digits van de numerieke informatie voorstelt. Zo wordt b.v. het getal 123456 overgeseind met de signalen nr. 12,34,56 en het getal 12345 met de signalen nr. 01,23,45. De signalen 100 t.e.m. 127 worden voor niet-numerieke gegevens gebruikt zoals bv. nr. 125 voor het in fase brengen van het systeem en nr. 127 om het einde van de oproep aan te geven.

Ieder signaal wordt tweemaal verzonden.
De eerste verzending (Direct transmission "DX") van een bepaald signaal wordt na een periode van de verzending van vier andere signalen, heruitgezonden: (Repeated transmission "RX"). Dit houdt in dat DX en RX afwisselend plaats vinden. Door de tijd van verzending van 4 signalen tussen DX en RX is stuffing nodig. Deze stuffing wordt dan in de RX bij de aanvang, en in de DX aan het einde van de oproep ingevoerd. (fig. 2).



- RX stuffing
. DX stuffing

fig. 2: "time spread" verzending

De seinsnelheid op de MF en HF radiowegen is 100 baud en over VHF en UHF kanalen 1200 baud. Hierdoor is de tijd tussen DX en RX repectievelijk 400 ms en 33 1/3 ms. De verzending geschiedt in de FSK mode, met op de MF en HF verbindingen 170 Hz en in de VHF/UHF kanalen 800 Hz shift.

Iedere oproep, een "calling sequence" genoemd, vangt aan met een gedeelte, dat voor woordsynchronisme (woordfase) zorgt. Dit deel wordt aangeduid met "Phasing sequence". Niet alleen de woordfase, doch ook de juiste positie van de DX en RX dient te worden bepaald om van de "time diversity", door de heruitzending van de tekens, met vrucht gebruik te kunnen maken.

In de DX positie bevat de phasing sequence het unieke signaal nr. 125, terwijl in de RX positie in chronologische volgorde de signalen nr. 107, 106, 105, en 104 worden gebruikt. Een phasing sequence ziet er dus als volgt uit: 125-107-125-106-125-105-125-104. (fig. 3)

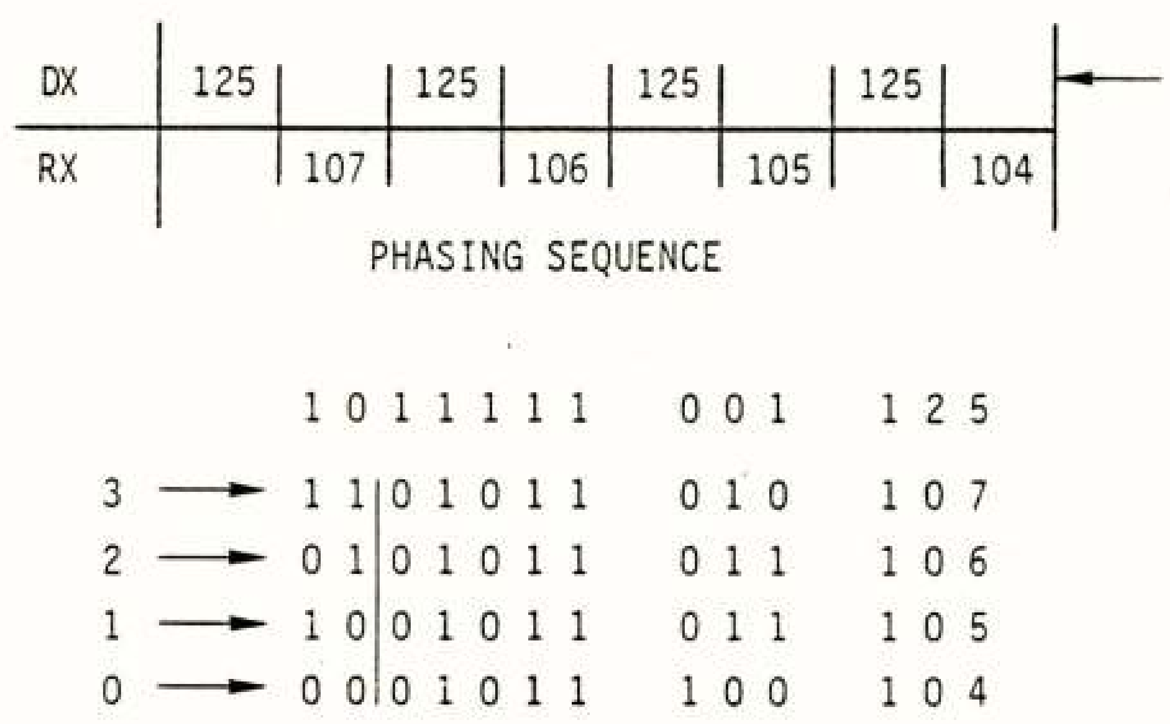


fig. 3: Phasing sequence

Wanneer een DX/RX signalenpaar van de phasing sequence is gedetecteerd, is tevens de aanvang van de oproep informatie gedefinieerd, ook wanneer de resterende phasing signalen niet of verminkt worden ontvangen. Storingen en fadingverschijnselen, die in "bursts" optreden en korter dan 400 ms duren, en elkaar opvolgen met minimaal 500 ms tussenpozen, worden door het time diversity systeem onschadelijk gemaakt. Wordt echter zowel de DX als de RX van eenzelfde signaal verminkt ontvangen, dan wordt een "foutsymbool" b.v. een sterretje, afgedrukt.

Het systeem kan twee soorten oproepen realiseren:

I. <u>Collectieve oproepen</u>, te onderscheiden in
   I.1 "Distress Calls" en
   I.2 "All Ships Calls".

II. <u>Selectieve oproepen</u>, gericht naar:
   II.1 Individuele schepen;
   II.2 Schepen, die zich in een bepaald geografisch gebied bevinden;

II.3 Schepen, die om één of andere reden gemeenschappelijke interesse hebben, b.v. schepen van één maatschappij.

In iedere oproep, met uitzondering van de "Distress Call", wordt een categorie, die de prioriteit van de oproep bepaalt, aangegeven.
Deze categorieën zijn:

1. Distress
2. Urgency
3. Vital safety
4. Important safety
5. Ships business priority
6. Routine

Oproepen in de categorieën 1 t.e.m. 4 dienen voor de veiligheid ter zee en worden i.h.a. door de daartoe bevoegde instanties uitgezonden. De categorie 5 is een oproep die namens de reder of zijn agent wordt verzonden en onmiddellijke actie op het schip vereist.

De categorie 6 wordt voor commercieële doeleinden gebruikt. Hiertoe wordt gerekend het initiëren van communicatieverbindingen, het opvragen en opgeven van scheepsposities en het geven van "telecommands".

De selectieve oproepen (II) bevatten uiteraard een adres. Dit adres is de identiteit van het schip, i.h.a. het station, waarvoor de oproep is bestemd (II.1). Dit kan zowel numeriek zijn als alfanumeriek. Ook kan het adres zijn de code van het geografisch gebied, waarbinnen de schepen, voor wie de oproep is bestemd, zich bevinden. (II.2).

Schepen met gemeenschappelijke interesse hebben, naast hun individuele identiteit, een gemeenschappelijke identificatie. De collectieve oproepen hebben vanzelfsprekend geen adres. De bedoeling van de collectieve oproep is nl. dat zo veel mogelijk schepen de oproep ontvangen (fig. 4).

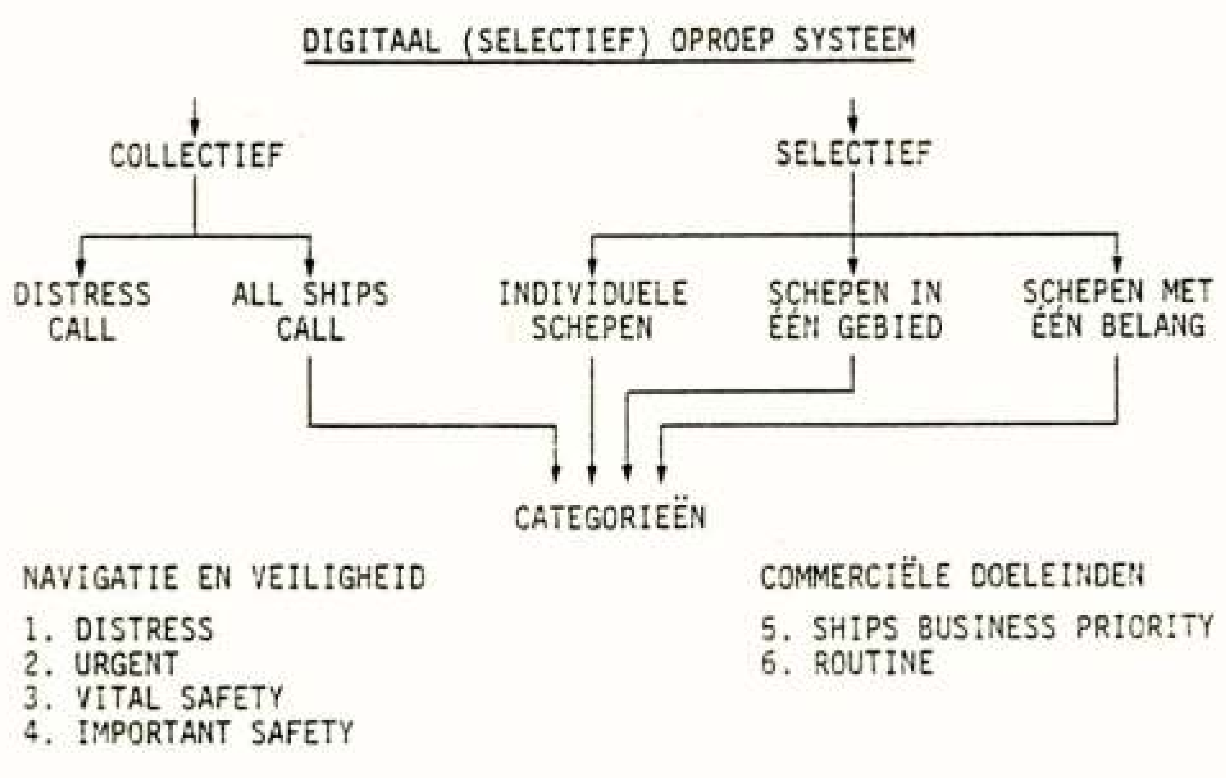


fig. 4: de verschillende oproepen en categorieën

Alle oproepen, collectieve en selectieve zijn voorzien van afzender, de identiteit van het zendende station, de "self-identification".

De "Format specifier" wordt als eerste deel van de oproep verstuurd,(direct na de phasing sequence).

De bestemming is in het "address" gedeelte (2) aangegeven. De format specifier geeft aan wat voor soort oproep volgt, collectief (I.1, I.2) of selectief (II.1, II.2, II.3). De format specifier geeft tevens aan of de oproep is bestemd voor een schip met een numerieke, dan wel met een alfanumerieke identificatie.

De categorie aanduiding, die na het adres volgt, geeft ook aan of de afzender van de oproep numeriek dan wel alfanumeriek is geïdentificeerd.

Bij de Distress Call wordt dit verzorgd door de format specifier, daar deze oproep geen categorie in zich heeft (fig. 6).

Nadat formaat, adres, categorie en afzender zijn verstuurd, volgt de "Message". Alle inhoudelijke informatie vindt plaats in dit gedeelte.

Na de Message volgt "End of Sequence". Hierin kan tevens om bevestiging van de goede ontvangst worden gevraagd (RQ). Ook kan een End of Sequence een (BQ) aanduiding zijn dat de oproep een bevestiging is van een zelf ontvangen oproep (fig. 5)

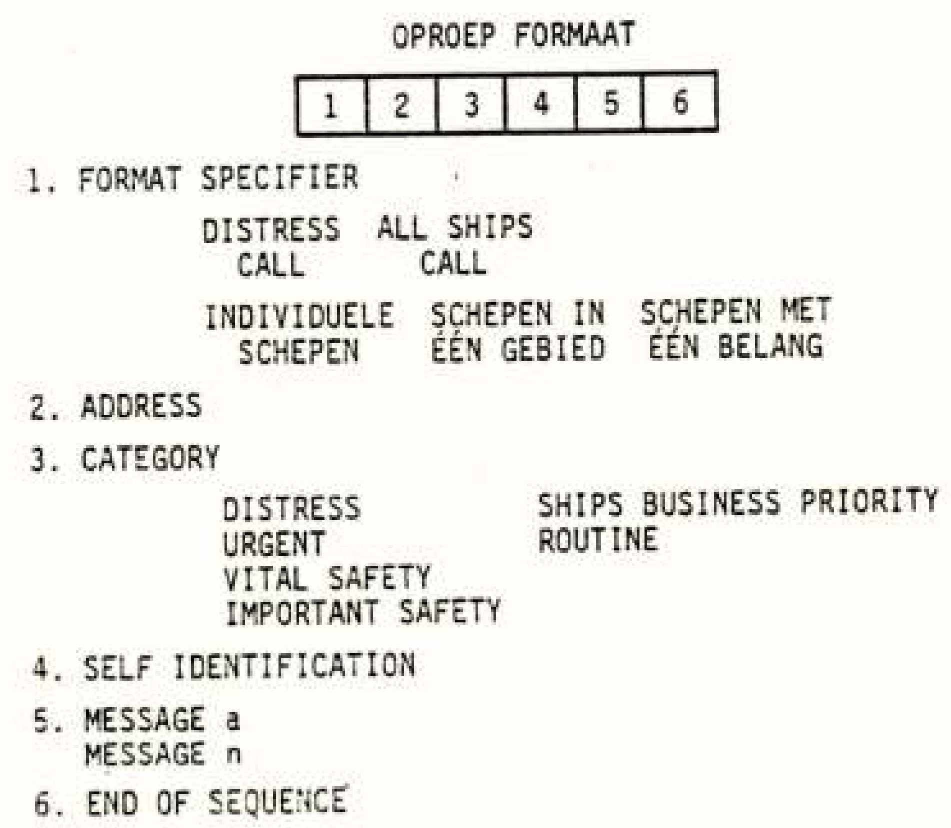


fig. 5: format van een calling sequence

Voor een distress call is de message een vaste opeenvolging van:

a. de aard van de ramp c.q. de toestand waarin het schip dat de distress call uitzendt, zich bevindt:
   a.1 brand - explosie
   a.2 disastreus watermaken of overslag
   a.3 aanvaring
   a.4 aan de grond gelopen
   a.5 slagzij met grote kans op kapseizen
   a.6 zinkend
   a.7 ontredderd en op drift

Aan deze lijst kunnen nog een aantal nader te definieren situaties, die tot het verzenden van een "Distress Call" leiden, worden toegevoegd.

b. De locatie van het in nood verkerend schip:

b.1 één van de kwadranten Noord-West, Zuid-West, Zuid-Oost of Noord-Oost

b.2 de geografische lengte in graden en minuten

b.3 de geografische breedte eveneens in graden en minuten.

c. eventuele aanvullende informatie zoals een aanduiding van de te gebruiken frequenties voor afwikkeling van noodverkeer of het aangeven van de soort hulp die is gewenst.

DISTRESS CALL

1	2	3	4a	4b	4c	5

1. PHASING SEQUENCE
2. FORMAT SPECIFIER : DISTRESS CALL
3. SELF IDENTIFICATION : IDENTITEIT VAN SCHIP IN NOOD
4. MESSAGE

4a : NATURE OF DISTRESS : BRAND
AANVARING
SLAGZIJ
ZINKEN
ENZ.

4b : DISTRESS ORDINATES : POSITIE VAN HET SCHIP IN NOOD

4c : ADDITIONAL INFORMATION

5. END OF SEQUENCE

fig. 6: formaat van een Distress Call

Voor andere oproepen is de message i.h.a. een telecommand, dienende om, al dan niet automatisch, een telefoon-, telegraaf- of morseverbinding in bedrijf te nemen. Tevens kan de frequentie, waarop het gewenste verkeer zal plaatsvinden worden aangegeven.

Meerdere messages kunnen worden verzonden in één en dezelfde oproep. Zij worden dan wel gescheiden door een speciaal hiertoe aangewezen signaal, de "Separator", één van de signalen tussen nr. 100 en 127.

Een distress call mag uitsluitend worden verzonden door of namens de gezagvoerder van een schip in nood.

ALL SHIPS CALL

I	II	III	IV	Va	Vb	Vc	Vd	Ve	VI

I. PHASING SEQUENCE

II. FORMAT SPECIFIER : ALL SHIPS CALL

III. CATEGORY : DISTRESS

IV. SELF IDENTIFICATION : IDENTITEIT VAN HET SCHIP DAT DE BOODSCHAP RELAYEERT

V. MESSAGE

Va : TELECOMMAND : DISTRESS RELAY

Vb : IDENTITEIT VAN SCHIP IN NOOD (3)

Vc : NATURE OF DISTRESS (4a)

Vd : DISTRESS ORDINATES (4b)

Ve : ADDITIONAL INFORMATION (4c)

VI. END OF SEQUENCE

fig. 7: formaat van een All Ships Call

In een "All schips call" kan, indien de ontvanger van een distress call de indruk heeft, dat de distress call niet door anderen is ontvangen, deze oproep doorgeven. Het formaat van zo'n calling sequence is weergegeven in figuur 7.

De oproepen kunnen op verschillende frequenties worden verzonden. Het is niet wel doenlijk om aan boord van schepen, alle voor oproep verzending in aanmerking komende frequenties met een selectief oproepapparaat te bezetten. Daarom wordt b.v. in Japan, scanning toegepast. Dit houdt in, dat alle relevante frequenties beurtelings worden beluisterd en wanneer een oproep of een aanzet tot een oproep zich voordoet op één van de frequenties, de scanning wordt stopgezet en op die frequentie verder wordt uitgeluisterd. Hiertoe dient echter wel de oproep te worden voorafgegaan door een signaal dat lang genoeg duurt om de scan-ontvanger de gelegenheid te geven zich op deze signalen in te stellen. Daarom is in de Recommendatie gesteld, dat de oproep dient te worden voorafgegaan door een 2 seconden durend "dot pattern", dat is afwisselend de ene en de andere frequentie in 100 baud rythme voor de MF en HF banden. In de VHF/UHF banden is dit respectievelijk 1 seconde en 1200 baud.

De toepassing

Nu het Digitale Selective Call System in aanbevolen is de verwachting dat het systeem snel zal worden ingevoerd. Er zijn echter nauwelijks of geen afspraken gemaakt omtrent de te volgen procedures, die, wil het systeem goed functioneren, minstens zo belangrijk zijn als de technische opzet.

Van groot belang is het gebruik van de frequenties voor het oproepsysteem. In de Appendix 15 Mar 2 van de Radio Regulations zijn in de HF banden enkele frequenties voor dit doel aangewezen. Door het gemeenschappelijk kunnen gebruiken van deze frequenties zijn een goede discipline en duidelijke procedures van het hoogste belang.

Voordracht gehouden op 29 maart 1979 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 279), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

TAMED FREQUENCY MODULATION (TFM)

Ir. C.B. Dekker, Ir. F. de Jager
Philips Research Laboratories, Eindhoven, The Netherlands

A new type of frequency modulation, called Tamed Frequency Modulation (TFM), for digital transmission is described. The desired property of a constant envelope signal is combined with a extremely good spectrum economy which is of great importance, particularly in radio channels. The out-of-band radiation is substantially less as compared with other known constant envelope modulation techniques. With synchronous detection, a penalty of only 1 dB in error performance is encountered as compared with four-phase modulation. Simple and flexible implementation schemes are described.

INLEIDING

Het overzenden van digitale signalen via radioverbindingen zal in de toekomst een steeds belangrijker deel van de radiocommunicatie gaan vormen. Immers, de hoeveelheid informatie in de vorm van digitale signalen stijgt. En om afluisteren te voorkomen is een of andere vorm van versluiering van de informatie noodzakelijk, wat weer het eenvoudigst gerealiseerd kan worden wanneer digitale signalen aangeboden worden. Bovendien zal de ontwerper van toekomstige communicatienetten - waarin dan de radioverbinding is opgenomen - de voorkeur geven aan de verwerking en afhandeling van digitale signalen.

Voor de keuze van een geschikte modulatiemethode voor de transmissie van deze signalen via radioverbindingen, moeten we rekening houden met de volgende randvoorwaarden.

1) Het spectrum van het uitgezonden signaal moet zo smal mogelijk zijn. Dit mag echter niet gerealiseerd worden door het toepassen van weinig praktische smalbandige kanaalfilters met nauwkeurig voorgeschreven overdrachtskarakteristieken.
2) Het gemoduleerde signaal moet een konstante omhullende hebben zodat gebruik gemaakt kan worden van (niet-lineaire) eindversterkers met een hoog rendement (klasse C).
3) De informatie in het ontvangen signaal moet nog bij lage signaal-ruis verhoudingen aan de ingang van de ontvanger, korrekt gedetekteerd kunnen worden.
4) De detektie moet bestand zijn tegen grote amplitudevariaties in het ontvangen signaal (fading).

In de volgende hoofdstukken wordt, uitgaande van een bekende modulatiemethode die aan de laatste drie randvoorwaarden voldoet, de nieuwe modulatiemethode uitgelegd. Deze hebben we de naam <u>T</u>amed <u>F</u>requency <u>M</u>odulation (TFM) gegeven.

FREQUENCY SHIFT KEYING, m=0.5

Een goed uitgangspunt is Frequency Shift Keying met modulatieindex 0.5, ook wel genoemd Fast Frequency Shift Keying of <u>M</u>inimum <u>S</u>hift <u>K</u>eying (MSK) (v.d. Elzen/v.d. Wurf [1], de Buda [2]). Het gemoduleerde signaal heeft een konstante amplitude. De kans op een foute detektie ten gevolge van ruis is gelijk aan de bekende (optimale) vier-fase modulatie (Lucky [3]), en de detektie is in principe onafhankelijk van amplitudevariaties in het ontvangen signaal. Helaas is het spectrum van het MSK signaal breed.

In het nu volgende gedeelte worden deze eigenschappen nader toegelicht.
Het schema in figuur 1 is het basisschema voor de MSK zender. Het binnenkomende tweewaardige signaal a(t) wordt m.b.v. een flipflop eerst omgezet in een tweewaardig signaal b(t). Een "+1" in a(t) geeft een tekenwisseling in b(t) en een "-1" in a(t) brengt geen verandering in b(t) met zich mee. Deze voorkodering is nodig om de draaggolf-terugwinning in de ontvanger eenvoudiger te maken (de Buda,[2]).

De frequentiezwaai in het uitgangssignaal van de "<u>V</u>oltage <u>C</u>ontrolled <u>O</u>scillator" is zo ingesteld dat

$$f_{hoog} - f_{laag} = 2\times\omega_d/2\pi = \tfrac{1}{2}f_{bit} \qquad (1)$$

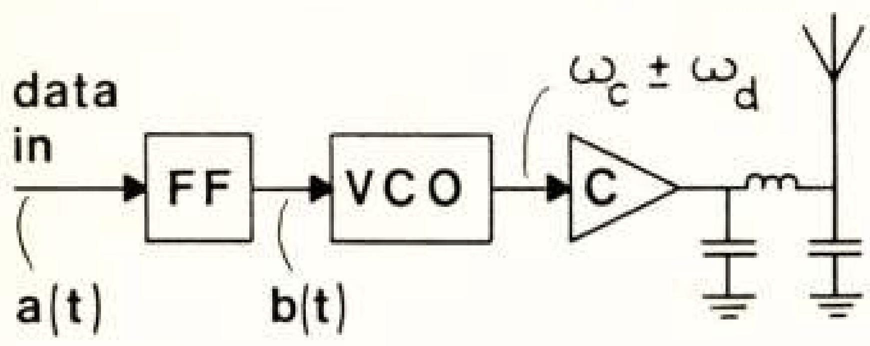


Fig. 1. MSK zender (ω_d = $2\pi * f_{bit}/4$).

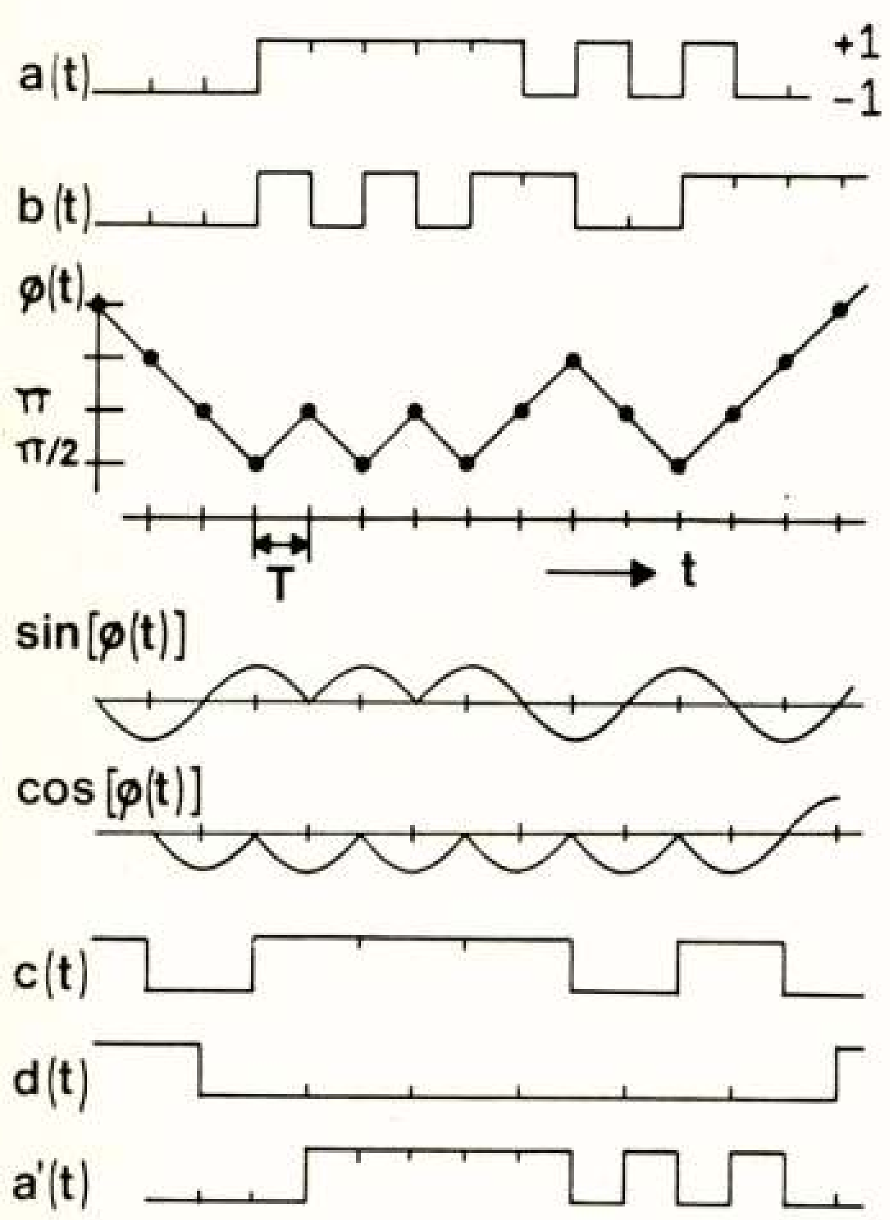


Fig. 2. Enkele signaalvormen zoals die bij MSK in de zender en de ontvanger voorkomen.

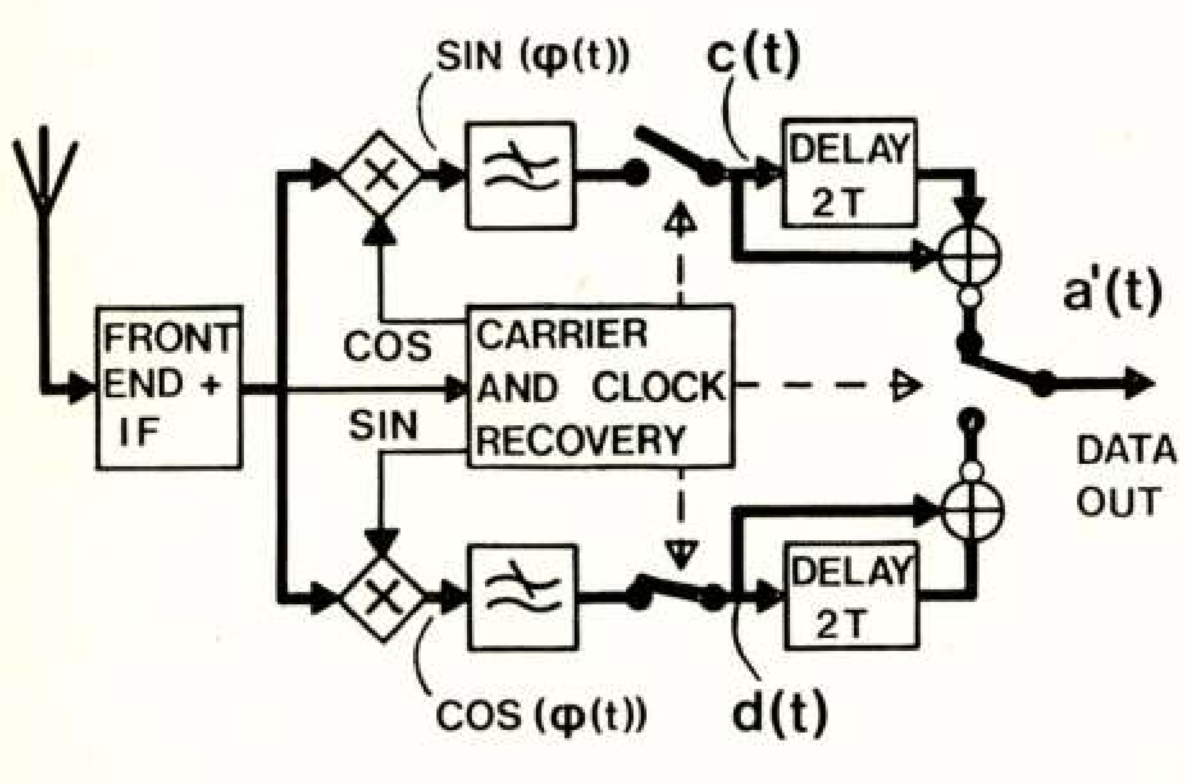


Fig. 3. Coherenteontvanger voor MSK (en TFM).

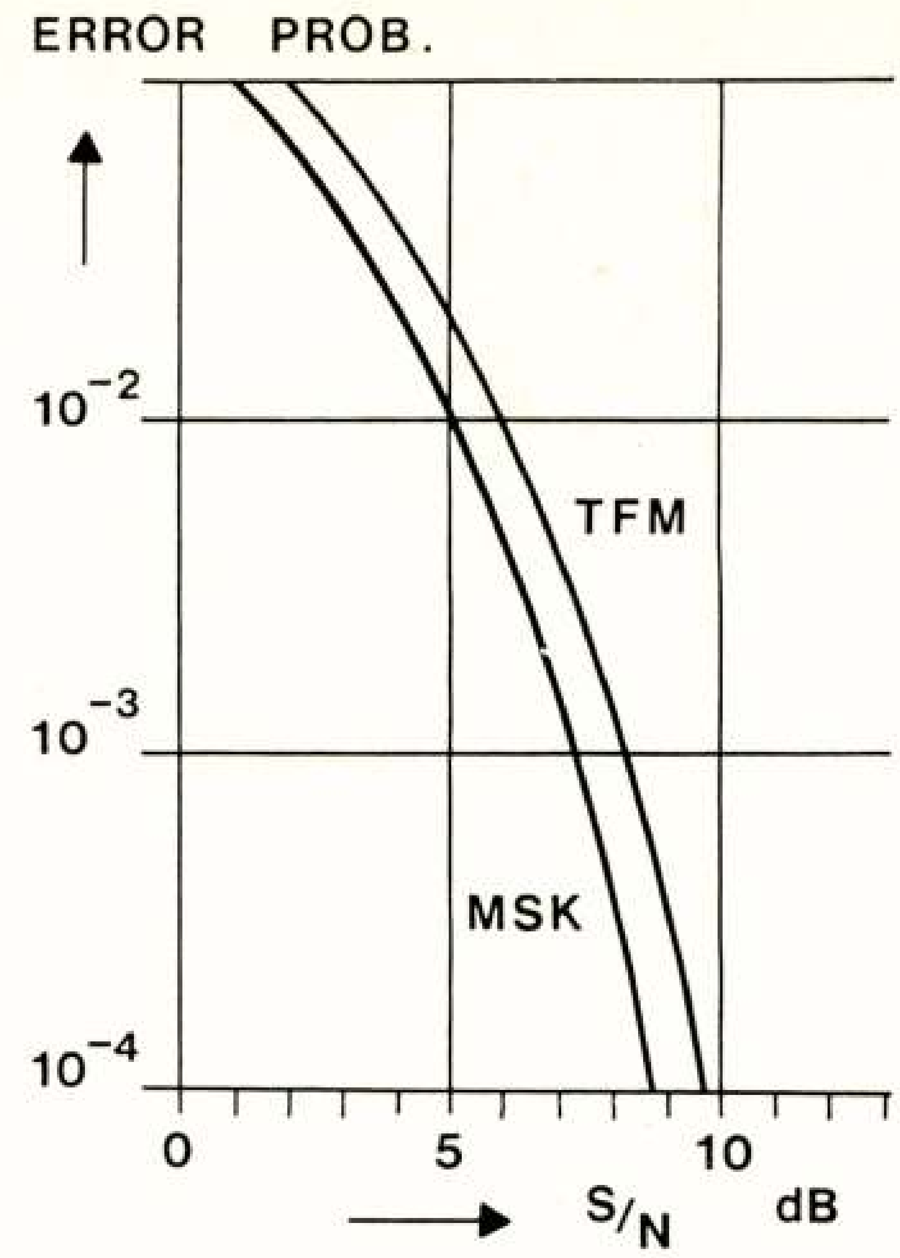


Fig. 4. Foutenkans-curve voor a'(t) als functie van de signaal-ruis verhouding aan de demodulator-ingang (signaalvermogen per bit/ruisvermogen per Hz).

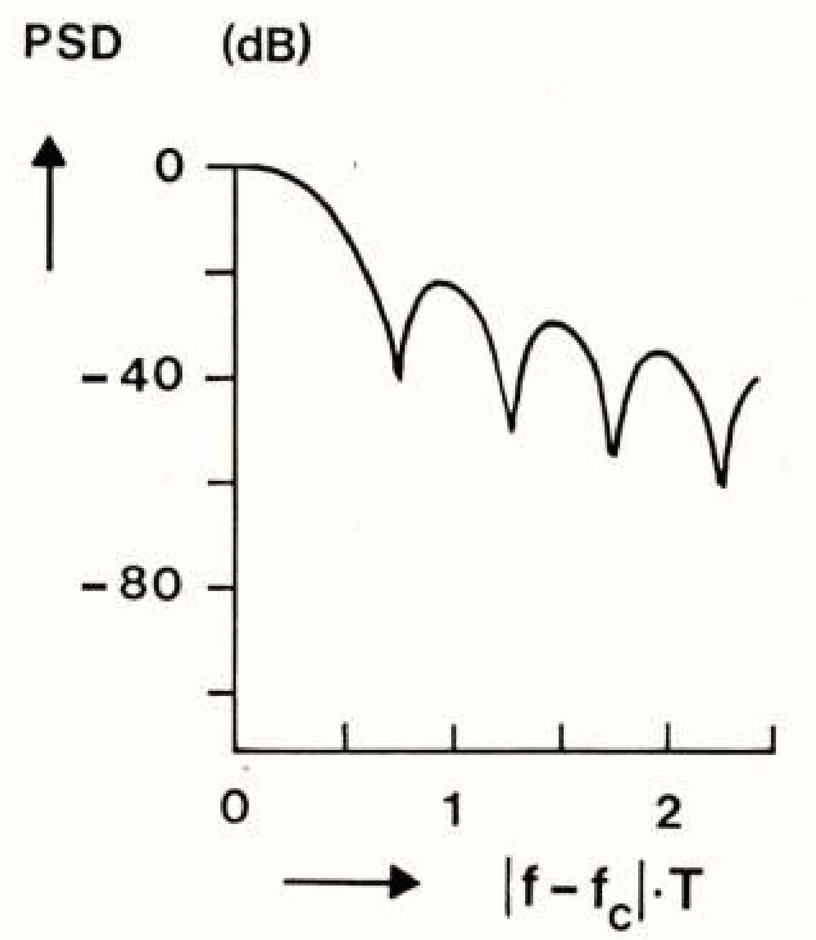


Fig. 5. Spectrum voor MSK (Power Spectral Density).

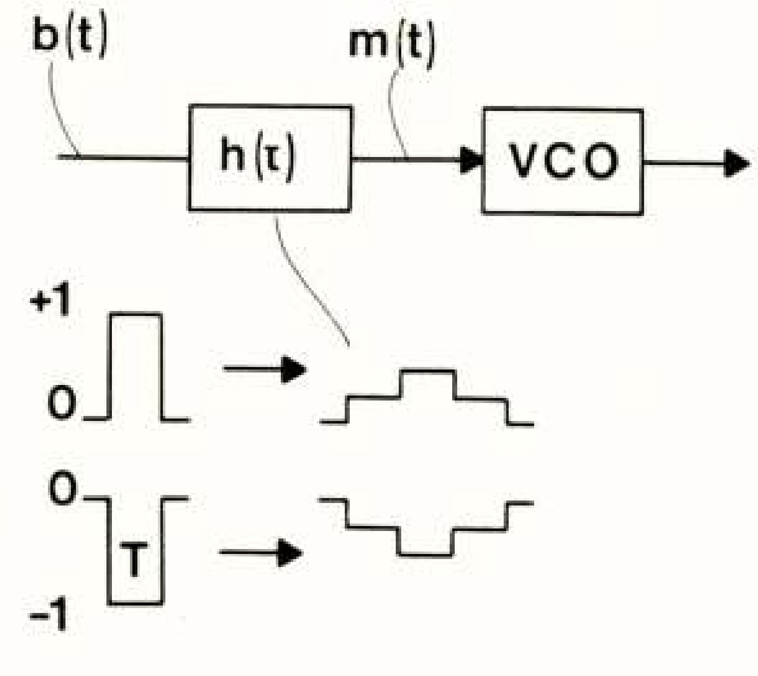


Fig. 6. Gewijzigde MSK zender.

waarbij $f_{bit}=1/T$, ofwel de inverse van de duur van een ingangspuls. Het uitgangssignaal s(t) van de VCO kan geschreven worden als

$$s(t) = \sin(\omega_c t + \varphi(t)) , \qquad (2)$$

waarbij dan

$$\varphi(t) = \frac{\pi}{2T} \int_0^t b(\tau)d\tau + \varphi(0) \qquad (3)$$

Zorgen we er bovendien voor dat $\varphi(0) = N*\pi/2$ rad. (N geheel getal), dan is het faseverloop $\varphi(t)$ volgens (3) eenvoudig weer te geven door b(t) te integreren. Dit is weergegeven in figuur 2. In de ontvanger voor MSK, zoals aangegeven in figuur 3, wordt het ontvangen signaal coherent gedemoduleerd volgens

$$\sin(\omega_c t + \varphi(t)) \quad \sin(\omega_c t) \longrightarrow \cos(\varphi(t))$$

en

$$\sin(\omega_c t + \varphi(t)) \quad \cos(\omega_c t) \longrightarrow \sin(\varphi(t)) \qquad (4)$$

De benodigde demodulerende signalen $\sin(\omega_c t)$ en $\cos(\omega_c t)$ worden geleverd door een draaggolf-opwekschakeling zoals is aangegeven door de Buda 2 . Deze schakeling bepaalt tevens de tijdstippen waarop de gedemoduleerde signalen bemonsterd moeten worden zoals in figuur 2 is aangegeven. Uiteraard moeten de gedemoduleerde signalen eerst nog zoveel mogelijk worden ontdaan van de ruis, maar dan wel zo dat op de bemonster-momenten de informatie onaangetast blijft (de Buda [2]).

De polariteit van $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$ op de respectievelijke bemonster-momenten bepaalt dan de polariteit van de tweewaardige signalen c(t) en d(t). En na de 'logische' operaties zoals die in figuur 3 zijn aangegeven, verschijnt het gewenste signaal a'(t) aan de uitgang. Als een gedemoduleerd signaal t.g.v. ruis verkeerd bemonsterd wordt dan treden er slechts twee fouten op in a'(t). De kans op fouten in a'(t) bij verschillende signaal-ruis verhoudingen is weergegeven in fig. 4.

De voordelen van deze modulatiemethode zijn duidelijk : een gemoduleerd signaal zonder AM, dus een (niet-lineaire) eindversterker met een hoog rendement kan worden toegepast. Wel moeten dan nog de ongewenste spectrale komponenten rondom $3\omega_c$ en $5\omega_c$, etc, verwijderd worden met een laagdoorlaat filter zoals in figuur 1 is aangegeven. Bovendien kan uit het MSK signaal nog bij lage signaal-ruis verhoudingen de juiste informatie worden teruggewonnen. Tenslotte is het mogelijk grote amplitudevariaties in het ontvangen signaal toe te staan omdat alleen de polariteit van de gedemoduleerde signalen bepalend is voor de terugwinning van de juiste informatie.

Maar het spectrum van een MSK-signaal is nogal breed en neemt maar langzaam af bij een toenemende afstand van de centrale frequentie, zoals is te zien in figuur 5. Dit komt hoofdzakelijk door de scherpe knikken in het faseverloop $\varphi(t)$.

In het nu volgende hoofdstuk zullen we bespreken hoe het faseverloop gewijzigd moet worden zodat het spectrum smaller wordt en sneller "afvalt", terwijl de "error-performance" bijna net zo goed is als voor MSK.

TAMED FREQUENCY MODULATION

Allereerst plaatsen we voor de VCO een netwerk volgens figuur 6, dat een binnenkomende puls in b(t) met een hoogte 1 en lengte T sec. omzet in een puls met een lengte 3T en een hoogte-verloop 1/4, 1/2, 1/4 (dus weer een oppervlakte T).

Het nieuwe modulerende signaal m(t) veroorzaakt dan een gewijzigd faseverloop $\varphi(t)$ zoals is aangegeven in figuur 7.

Omdat dit nieuwe faseverloop al minder scherpe "knikken" heeft dan bij MSK zal het spectrum van het uitgangssignaal uit de VCO smaller zijn dan bij MSK. Dit is in figuur 8 d.m.v. de gestippelde lijn aangegeven.

De nieuwe gedemoduleerde signalen $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$ in figuur 7 bezitten nu echter op een aantal bemonstermomenten (gemiddeld de helft) een kleinere amplitude dan bij MSK. Op deze momenten gaat de fase $\varphi(t)$ immers niet meer door een $M*\pi/2$ punt (M geheel getal) maar, dankzij de uitmiddeling, door een $(P+1/2)*\pi/2$ punt (P geheel getal). En op deze momenten neemt dan de amplitude van het betreffende gedemoduleerde signaal af van 1 naar 0.707. Een verlies dus van 3 dB in signaalsterkte.
Maar de polariteit blijft ongewijzigd en dezelfde symbolen verschijnen aan de uitgang van de ontvanger als bij MSK.

Hoewel de signaalgrootte nu gedurende de helft van het aantal bemonstermomenten 3 dB kleiner is dan bij MSK, kunnen de filters in de ontvanger smaller gemaakt worden (Lucky [3]), omdat het nieuwe spectrum smaller is, en wordt er zodoende meer ruis uitgefilterd dan bij MSK. De uiteindelijke foutenkanscurve wordt verderop besproken.

Het modulerende, rechthoekige signaal m(t) bestaat uit een reeks symbolen met een lengte T sec. en een mogelijke hoogte +1, +1/2, 0, -1/2 en -1. Dit betekent dan dat de fase $\varphi(t)$ in een symboolduur T $\pi/2$, $\pi/4$ en 0 radialen lineair kan toe of afnemen. Het zal duidelijk zijn

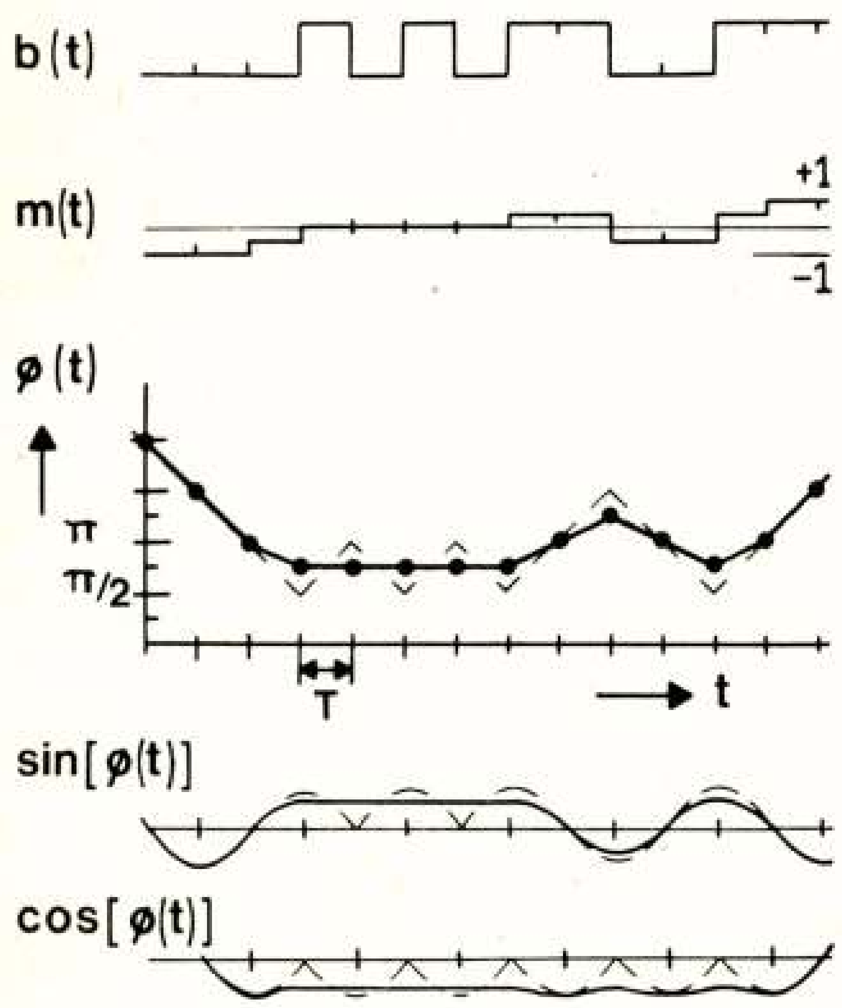


Fig. 7. Enkele signaalvormen zoals die bij de gewijzigde MSK zender en de ontvanger voorkomen.

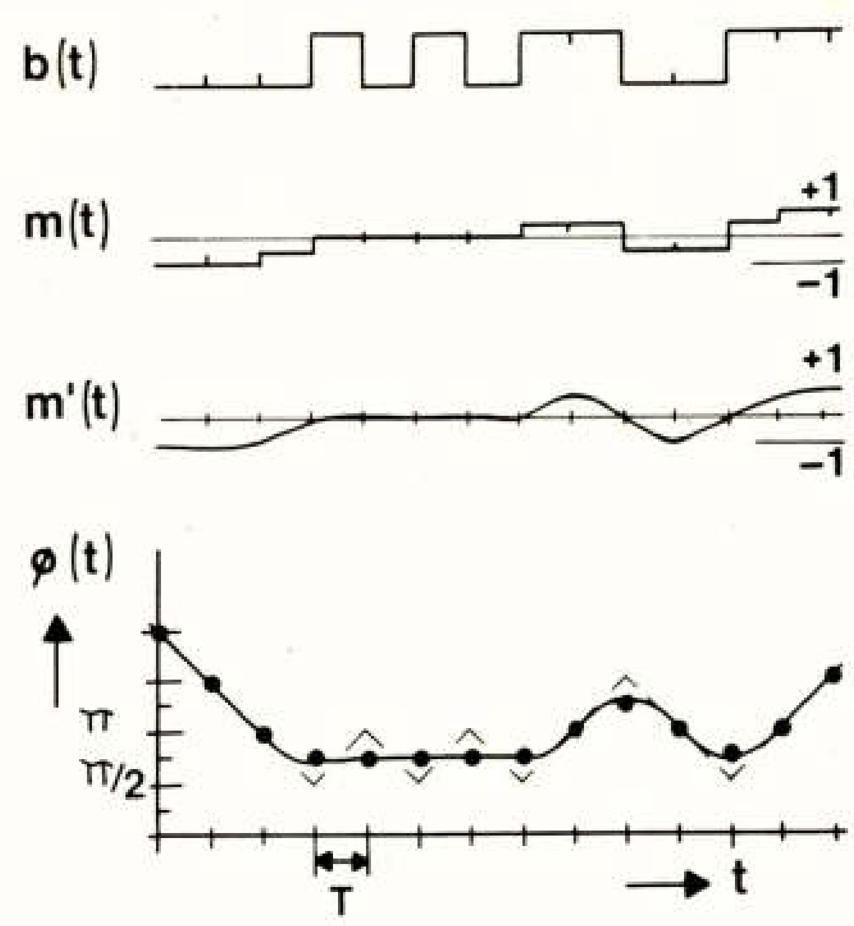


Fig. 10. Enkele signaalvormen zoals ze bij de TFM zender en de ontvanger voorkomen.

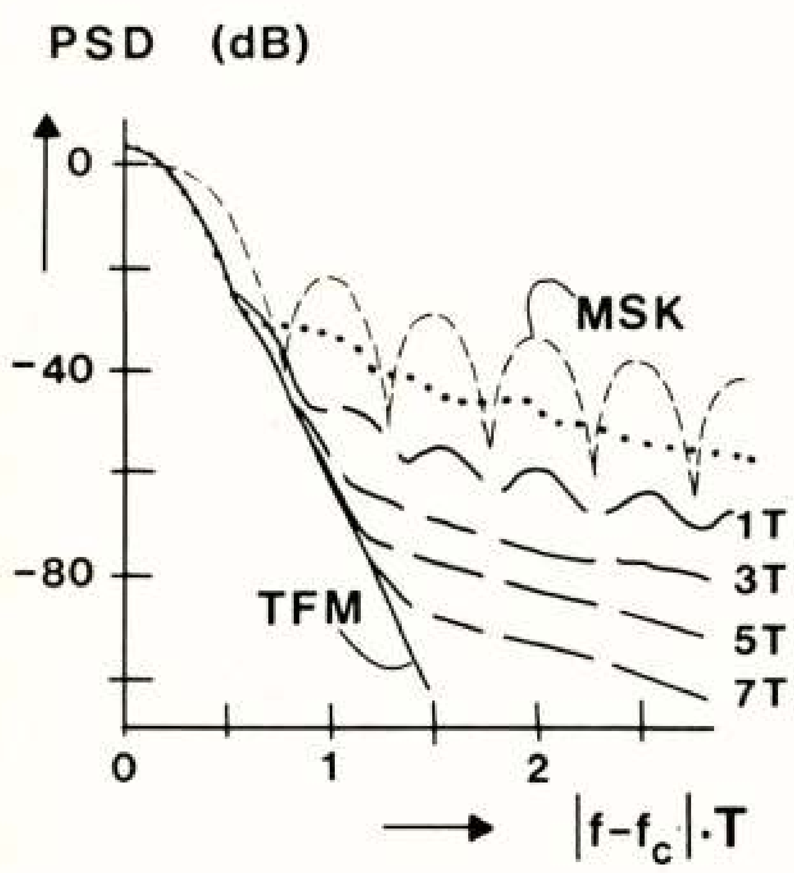


Fig. 8. Spectrum voor MSK (----), gewijzigde MSK (....), TFM (——) en TFM met "truncation" van de Nyquist-3 responsie (— —).

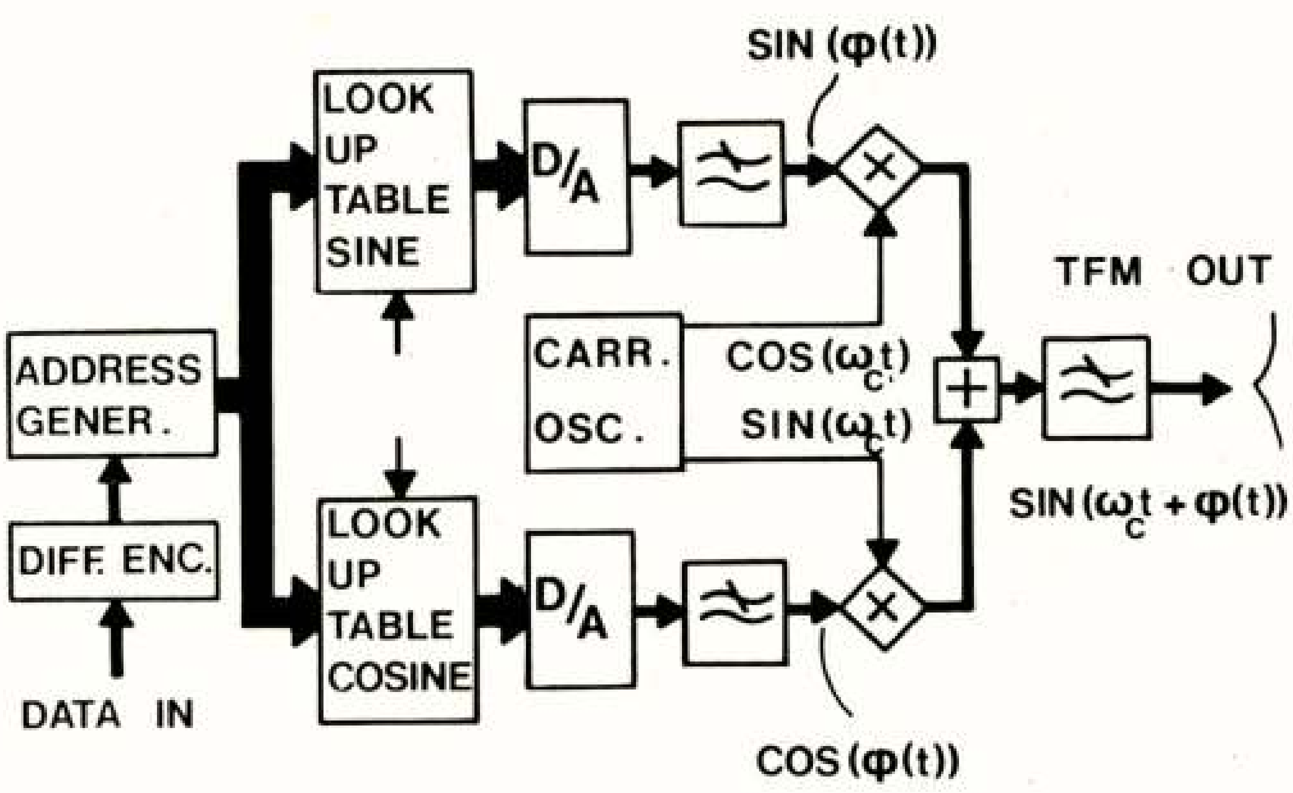


Fig. 11. Uitvoeringsvoorbeeld van een TFM zender (zie ook Fig. 13).

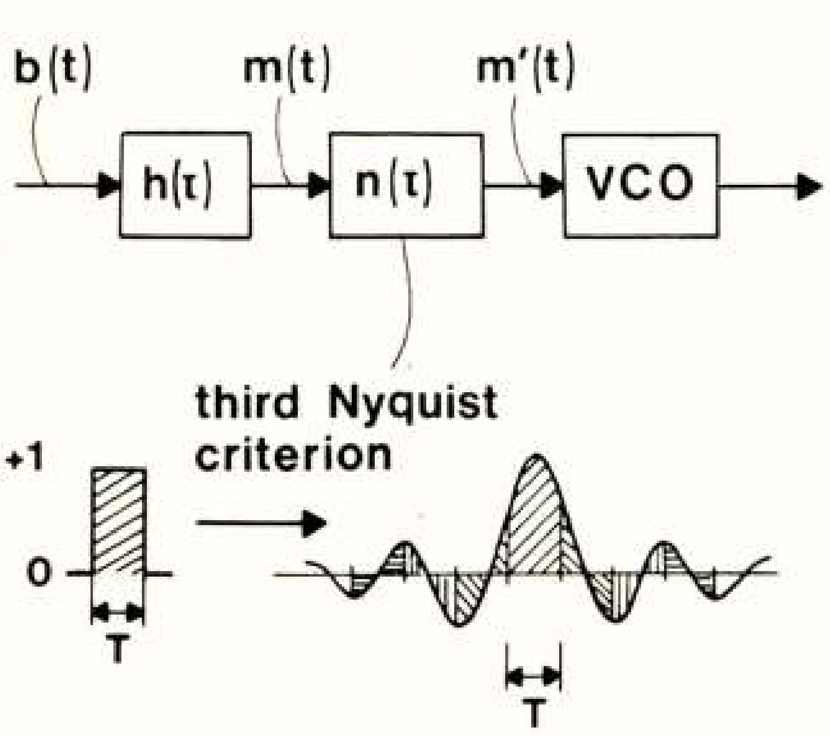


Fig. 9. Basisschema voor een TFM zender.

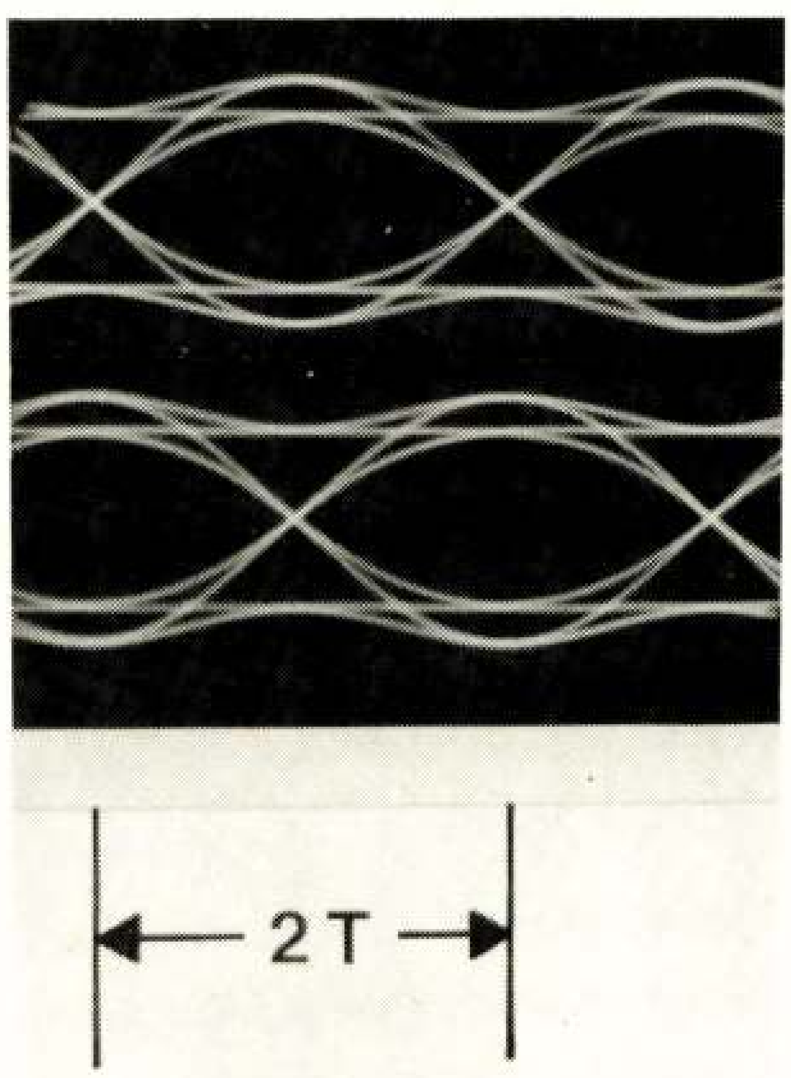


Fig. 12. "Eye-patterns" van sin(φ(t)) en cos(φ(t)) in de zender in Fig. 11.

dat het spectrum nog sneller zal afvallen als we de fase $\varphi(t)$ zo vloeiend mogelijk door de voorgeschreven punten op de bemonster-momenten laten gaan.

Om dat te bereiken wordt het rechthoekige signaal m(t) gefilterd alvorens het als modulerend signaal m'(t) wordt toegevoerd aan de VCO, zoals in figuur 9 is aangegeven. Het filter moet een pulsresponsie hebben dat voldoet aan het derde Nyquist kriterium (Pasupathy,[4]).

Voor deze responsie geldt dat de oppervlakte in het midden van de responsie in een interval T dezelfde is als de oppervlakte van de ingangspuls met een breedte T. Bovendien is de oppervlakte in elk ander interval T steeds 0. De laagste afsnijfrequentie van dit filter is volgens Nyquist gelijk aan de halve bitfrequentie, de Nyquist frequentie.

Voor het signaal m'(t) betekent dit dat de oppervlakte per interval T dezelfde is gebleven als voor m(t) en dat $\varphi(t)$ dus op de bemonstermomenten door dezelfde punten blijft gaan. Maar nu gaat $\varphi(t)$ zo vloeiend mogelijk door deze punten omdat m(t) door een laagdoorlaat filter is gegaan met een zo laag mogelijke afsnijfrequentie. Dit resulteert dan in een faseverloop zoals is aangegeven in figuur 10. Dit faseverloop $\varphi(t)$ in het uitgangssignaal $\sin(\omega_c t+\varphi(t))$ is karakteristiek voor Tamed Frequency Modulation.

Het spectrum van dit uitgangssignaal, weergegeven in figuur 8 d.m.v. de kontinue lijn, valt dan ook zeer snel af, vergeleken met MSK. Omdat het Nyquist-3 filter bandbegrensd is, is de responsie-duur oneindig lang. Voor een eventuele implementatie zullen we genoegen moeten nemen met een "truncated version" van deze responsie. Dit heeft dan tot gevolg dat het eerder genoemde TFM spectrum zich iets zal wijzigen voor de verschillende "truncation lengths". Dit is weergegeven in figuur 8, d.m.v. de onderbroken lijnen voor de verschillende truncation lengths.

Bij dit uitgezonden TFM-spectrum kunnen, zoals ook door de Jager/Dekker 5 is aangegeven, de filters in de ontvanger na de demodulator zo smal mogelijk gemaakt worden. Dit resulteert dan in een foutenkans voor TFM die theoretisch ongeveer 1.0 dB slechter is dan voor MSK, zoals in figuur 4 is weergegeven. Daar staat echter een veel smaller spectrum tegenover.

IMPLEMENTATIE

De zender.

Een mogelijkheid om het TFM-signaal op te wekken is weergegeven in figuur 11. Het uitgangssignaal wordt opgebouwd volgens

$$\sin(\varphi(t)) * \cos(\omega_c t) + \cos(\varphi(t)) * \sin(\omega_c t) = \sin(\omega_c t + \varphi(t)). \quad (5)$$

De signalen $\cos(\omega_c t)$ en $\sin(\omega_c t)$ worden geleverd door een kristal-oscillator zodat op deze manier de centrale frequentie in het uitgangssignaal goed gedefinieerd is. De vermenigvuldigers (b.v. TCA 240 of TCA 820) kunnen in hoge mate lineair gemaakt worden voor $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$. Spectrale komponenten rondom $3\omega_c$, $5\omega_c$, ... t.g.v. de schakelende signalen $\sin(\omega_c t)$ en $\cos(\omega_c t)$ worden door het laagdoorlaat filter aan de uitgang verwijderd.

Om de signalen $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$ op te wekken wordt gebruik gemaakt van digitale bouwstenen zoals ROM's en D/A converters. Dit wordt nu nader toegelicht.

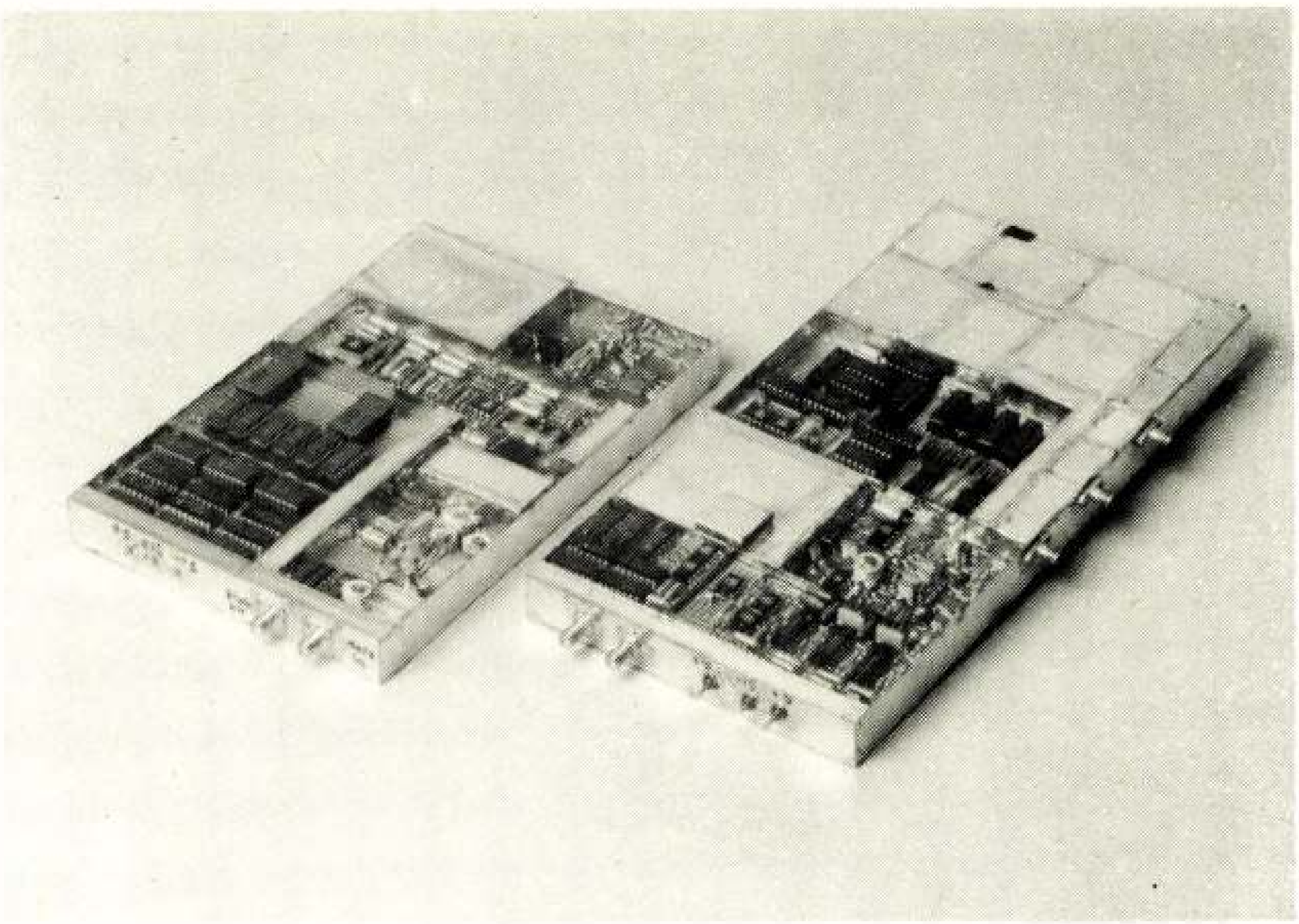
Uit de voorafgaande theorie over het opbouwen van het faseverloop gedurende een interval T, viel af te leiden dat dit faseverloop niet alleen bepaald wordt door het datasymbool uit dit interval maar ook door het symbool dat er direkt aan voorafgaat en het symbool dat er direkt opvolgt. Bij een gegeven fasewaarde aan het begin van het interval T ligt zodoende de eindwaarde voor de fase aan het einde van het interval T vast.

Tengevolge van de staarten van de Nyquist-3 responsie worden deze eindwaarden weliswaar niet aangetast, maar wel bepalen de overige symbolen links en rechts de vorm van het fasepad naar deze eindwaarden. In dit voorbeeld beperken we ons tot een truncation-length van 3T van deze Nyquist-3 responsie.
De totale responsie van het gehele premodulatie gedeelte van b(t) tot VCO strekt zich dan uit over 5 symbolen die tezamen het faseverloop in het centrale interval bepalen als de fase aan het begin van dit interval gegeven is. Zo is af te leiden dat voor elk kwadrant in ons geval $2^2 \times 2^3$ mogelijke faseverlopen zijn te vinden. Voor het hele (essentiële) gebied 0-2π rad. zijn er dus

$$2^2 \times 2^2 \times 2^3 = 2^7 = 128$$

mogelijke manieren om $\varphi(t)$ te laten varieren in een symbool interval T.

Fig. 13. Foto van de TFM zender (links) en de ontvanger (rechts) van Fig. 3.



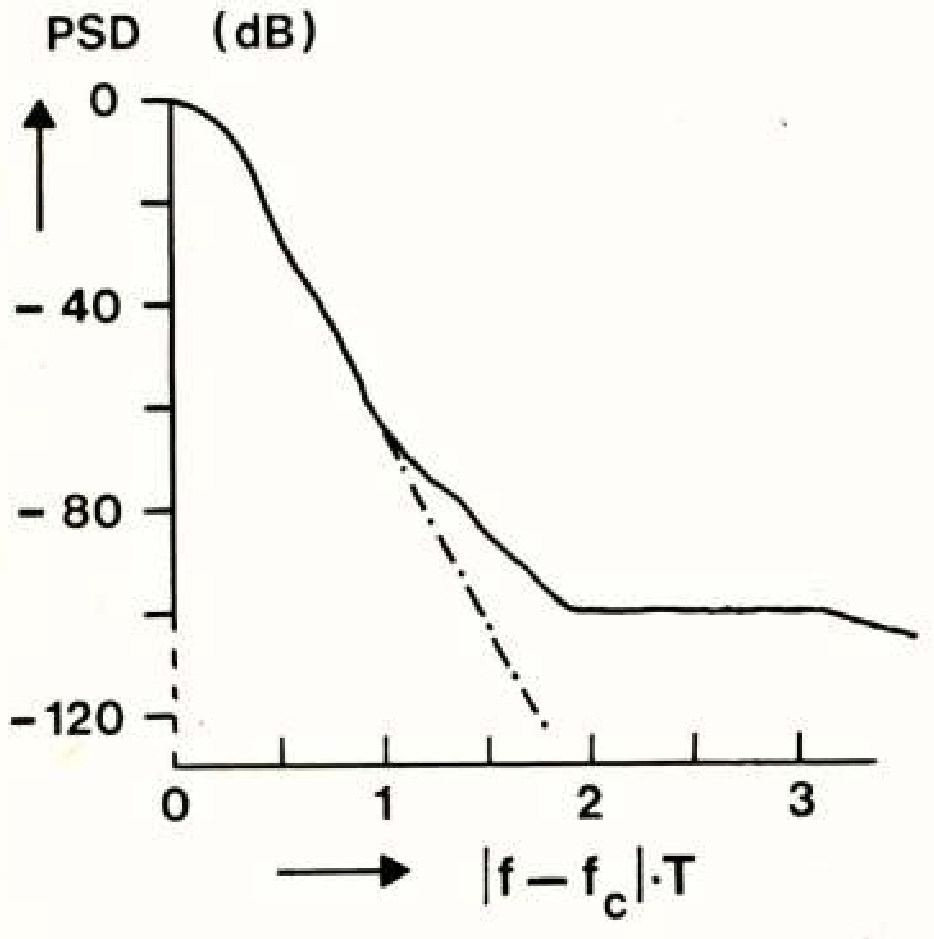


Fig. 14. Gemeten spectrum van het uitgezonden TFM signaal.

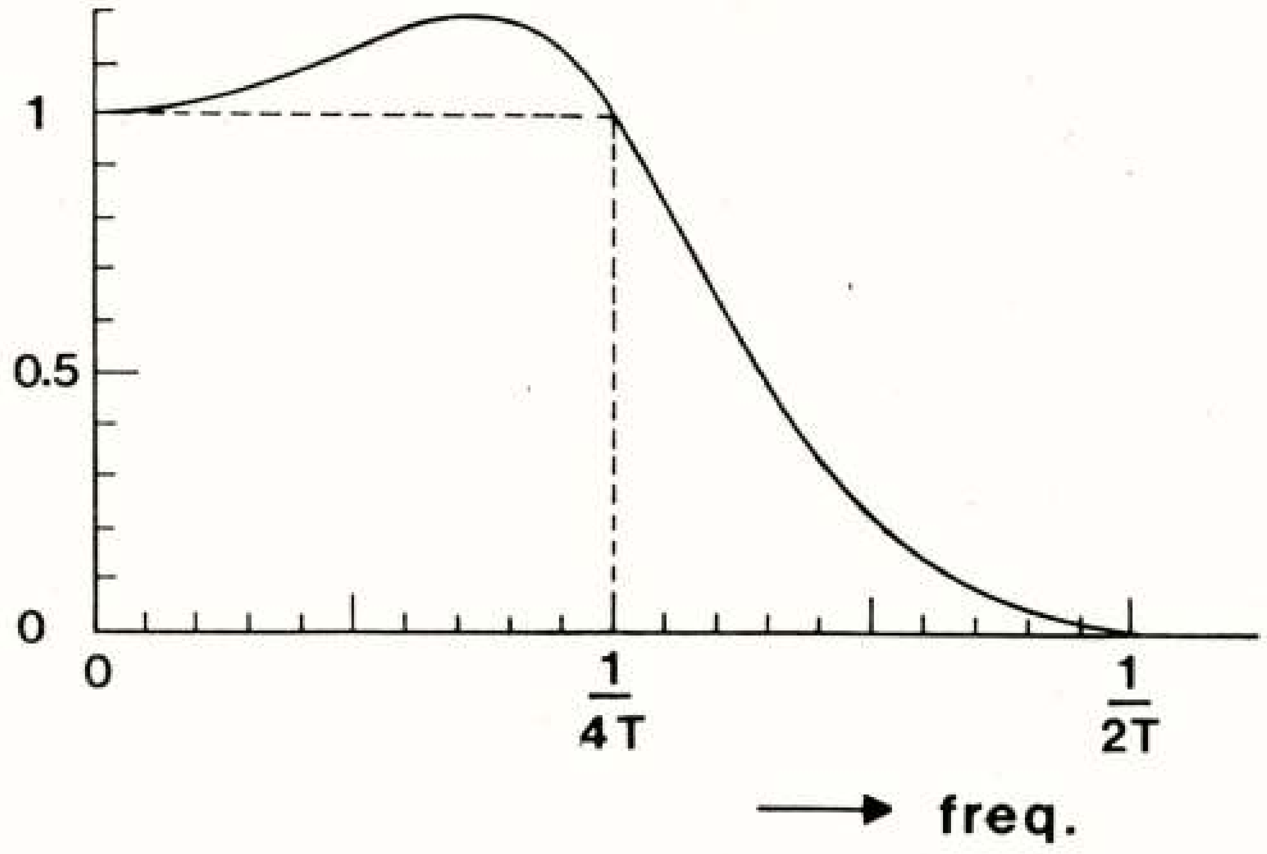


Fig. 16. Amplitude-overdrachts-karakteristiek van de laagdoorlaat-filters in de ontvanger voor TFM. De faze-karakteristiek is een rechte lijn.

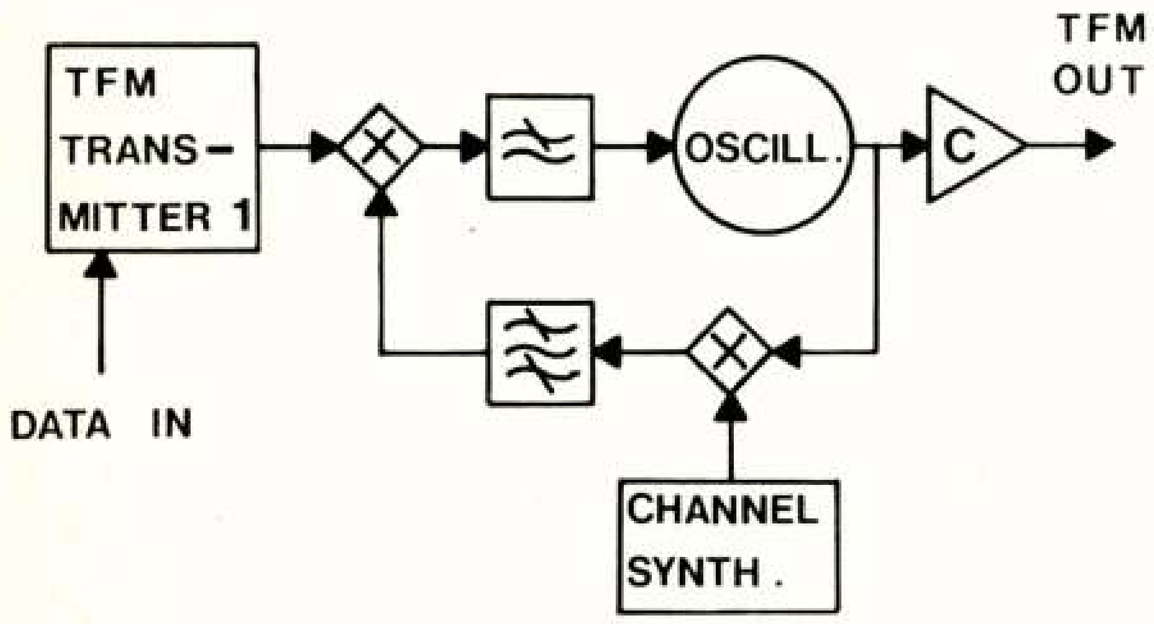


Fig. 15. TFM zender (1) gevolgd door een "frequency translation loop".

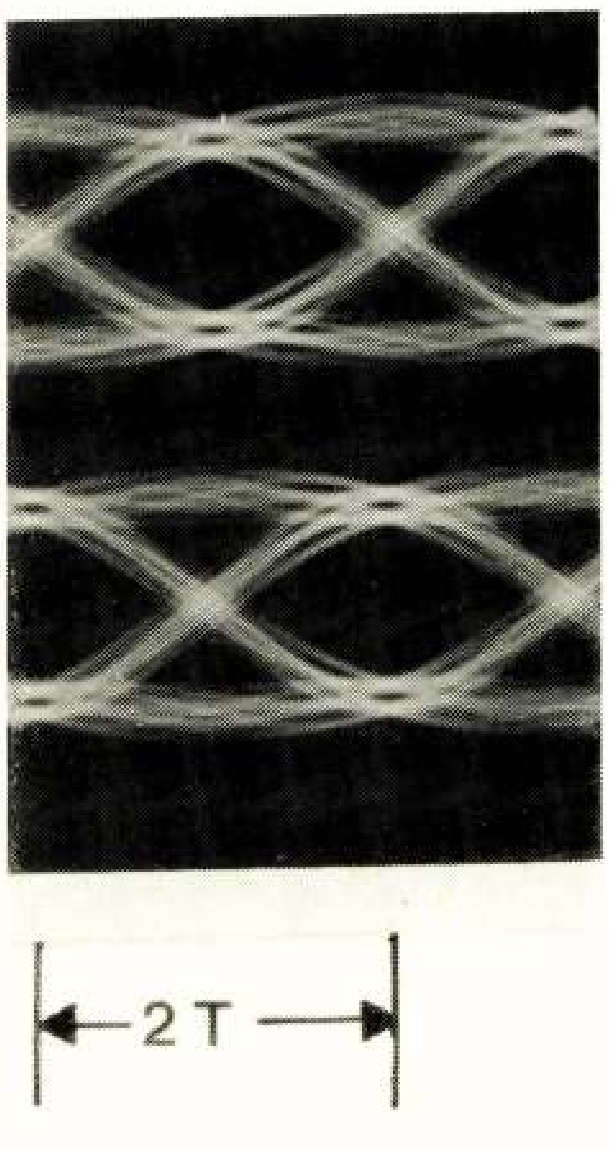


Fig. 17. "Eye-patterns" van de gefilterde $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$ in de ontvanger.

Door nu de binnenkomende symbolen b(t) via een vijf-bits serie-parallel omzetter (die na elke symbooltijd T een plaats doorschuift) steeds een vijf-bits woord te laten vormen, én door (m.b.v. een "kwadranten teller" (up-down)) uit de binnenste drie bits bij te houden in welke kwadrant de fase zich bevindt gedurende het betreffende symboolinterval, beschikken we steeds over een zeven bits woord (5+2) voor de kwadrant informatie. Dit woord vormt het adres van een tweetal geheugen-ic's waar de bijbehorende $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$ liggen opgeslagen in de vorm van een reeks getallen. Deze getallen worden dan m.b.v. een aantal adresbits (bijv. 3) uitgelezen gedurende het symboolinterval T en worden via de D/A converters als analoge signalen afgegeven.

Omdat het spectrum uit de D/A converters zich herhaalt rondom de uitleesfrequentie wordt nog een laagdoorlaat filter achter elke D/A converter geplaatst (de Jager/Dekker [5]).

De analoge signalen $\sin(\varphi(t))$ en $\cos(\varphi(t))$ zoals die dan aan de vermenigvuldigers worden aangeboden, zijn weergegeven in figuur 12. Het uiteindelijke gemeten spectrum van deze zender, waarvan een foto is afgedrukt (figuur 13), is weergegeven in figuur 14. De centrale frequentie was 70 MHz, de bit-frequentie 16000 bits/sec. Met behulp van een breedbandige phase-locked-loop ($f_{-3dB\ loop} \gg f_{bit}$) zoals in figuur 15 is weergegeven, kan het spectrum buiten de afsnijfrequentie van de PLL nog verder onderdrukt worden.

De ontvanger

De ontvanger (foto) is gebouwd volgens de schakeling in figuur 3. Via een lineair front-end en een normaal midden-frequent filter (kristal-IF) met een bandbreedte ongeveer gelijk aan f_{bit}, komt het ontvangen signaal bij de demodulatoren.
Voor de draaggolf-opwekking kan behalve van het ingangssignaal volgens de Buda [2], ook gebruik worden gemaakt van de gedemoduleerde signalen waarin zich immers de informatie bevindt over een eventueel faseverschil tussen de demodulerende draaggolf en de binnenkomende centrale frequentie (Spilker [6]).

De laagdoorlaatfilters hebben een overdrachtskarakteristiek zoals is aangegeven in figuur 16 (de Jager/Dekker [5]). De gefilterde signalen zijn weergegeven in figuur 17. Uit de nuldoorgangen kan de klokopwek-schakeling de bemonster-momenten bepalen. Afhankelijk van de jitter in draaggolf- en klokopwekking, wat weer samenhangt met de invangsnelheid, zijn foutenkans curves haalbaar (Muilwijk [7]) die slechts 1 à 3 dB slechter zijn dan de berekende foutenkans curves in het ideale geval.

Conclusie

In dit verhaal is een nieuwe manier van frequentie modulatie beschreven voor digitale transmissie, genaamd Tamed Frequency Modulation. Een zeer lage out-of-band-radiation kan gehaald worden, vergeleken met andere modulatie-technieken die ook een signaal met een konstante amplitude opwekken. Zo is bijvoorbeeld bij 16 kbit/sec (digitale spraak) in een naburig kanaal, 25 kHz verwijderd, het gemeten storende vermogen voor de samplers in de TFM ontvanger 80 dB lager (theoretisch 85 dB haalbaar) dan het totale uitgezonden vermogen.
Bovendien is de detektie kwaliteit bijna gelijk aan het maximaal haalbare (bijv. met MSK).
Tenslotte is aangetoond dat de implementatie van de TFM zender en ontvanger eenvoudig kan zijn.

Literatuur referenties

1 H.C. van den Elzen, P. van der Wurf, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-20, no. 2, pp. 139-147, April 1972.
2 R. de Buda, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-20, no. 3, pp. 429-435, June 1972.
3 R.W. Lucky, J. Salz, E.J. Weldon Jr., Principles of Data Communications, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1968.
4 S. Pasupathy, Proceedings of the IEEE, Vol. 62, no. 6, pp. 860-861, June 1974.
5 F. de Jager, C.B. Dekker, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-26, no. 5, pp. 534-542, May 1978.
6 J.J. Spilker Jr., Digital Communications by Satellite, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1977, p. 309.
7 D. Muilwijk, Tamed Frequency Modulation - a bandwidth-saving digital modulation method, suited for mobile radio, Philips Telecommunication Review, Vol. 37, No. 1, March 1979, pp. 35-49.

Voordracht gehouden op 29 maart 1979 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 279), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

SOURCE/CHANNEL CODING : JOINTLY ϵ-TYPICAL SEQUENCES

Prof.dr.ir. J.P.M. Schalkwijk
University of Technology, Eindhoven

SUMMARY

Shannon's three theorems, i.e. the source coding theorem, the channel coding theorem, and the rate distortion theorem are derived using the concept of jointly ϵ-typical sequences. The latter two theorems can be combined into a single result for joint source/channel coding known as the modulation theorem. The exposition ends with a discussion of some practical consequences of the above theory.

I. SIGNIFICANCE OF LOG-PROBABILITY RANDOM VARIABLE

Consider the spinner of Fig. 1 as an information source. Let the sectors A, B, C, and D spann 90, 45, 180, and 45 degrees, respectively. Our problem is to efficiently encode the source output into a string of binary

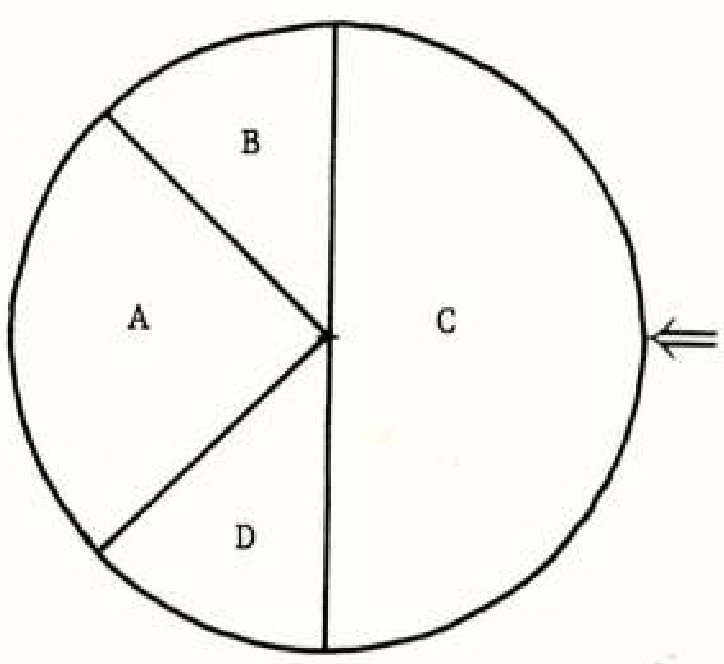
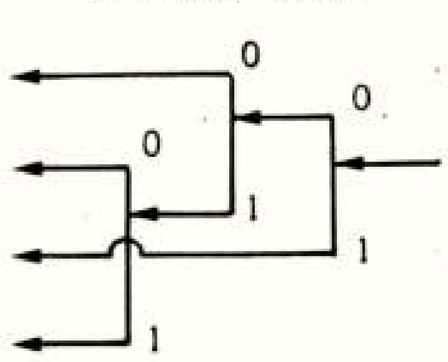


Fig. 1. Spinner information source

digits such that the expected number of binary digits per source symbol is minimal. The solution to this problem (Huffman, 1952) is indicated in Table I. Listed are the four possible source output symbols, their

TABLE I
HUFFMAN TREE AND CORRESPONDING CODE

u	P(u)	HUFFMAN TREE	CODE
A	1/4		0 0
B	1/8		0 1 0
C	1/2		1
D	1/8		0 1 1

probabilities, and the associated codewords. In the Huffman tree we repeatedly join the two least probable nodes to form a new node whose probability weight equals the sum of the weights of the original nodes.

Note that for this efficient code the length, $\ell(c_u)$, of a codeword c_u, $u \in \{A,B,C,D\}$, equals

$$\ell(c_u) = -\log_2 P_U(u)\,. \tag{1}$$

For example, $c_B = 010$, i.e. $\ell(c_B) = \ell(010) = 3$. But $P_U(B) = 1/8$, thus also $-\log P_U(B) = 3$. The random variable $I(u) := -\log_2 P_U(u)$, defined on the probability space of the source, is called the self information of the source symbol $u \in \{A,B,C,D\}$. The expected value $E[I(u)]$ of the random variable $I(u)$ is called the entropy $H(U)$ of the source. For our Huffman code, Table I, it follows from (1) that the average codeword length, $\bar{\ell}$, is equal to $H(U)$. There exists a more general result, i.e. Shannon's source coding theorem. We hope that this paragraph has given the reader some feeling of the importance of log-probability random variables such as $I(u)$, that play a crucial role in the remainder of this paper.

Shannon's source coding theorem states that for a finite (alphabet) discrete memoryless source, like the spinner source of Fig. 1, one needs on the average $H(B)$ code letters per source letter if one requires exact construction of the source output. In the following proof of the source coding theorem we introduce the concept of

an ϵ-typical sequence. To later prove the channel coding and the rate distortion theorem we extend, in the next Section II, the notation of an ϵ-typical sequence to that of jointly ϵ-typical sequences (Cover,1975;Forney,1972; Wolf,1975).

Consider a sequence $X_1, X_2, \ldots, X_N$ of N independent identically distributed (i.i.d.) random variables, for example, N successive outputs of the spinner of Fig. 1. With the sequence, $\underline{X} = (X_1, X_2, \ldots, X_N)$, we associate a log-probability, $-\log P_{\underline{X}}(\underline{x})$, of the type considered in the first part of this Section I. We call an N-sequence $\underline{X}$ an ϵ-typical sequence if the time average, $-\frac{1}{N} \log_2 P_{\underline{X}}(\underline{x})$, differs from the ensemble average H(X) by no more than $\epsilon > 0$. In mathematical language the set, $A_\epsilon(X)$, of ϵ-typical N-sequences is defined by

$$A_\epsilon(X) := \{\underline{x} : | -\frac{1}{N} \log_2 P_{\underline{X}}(\underline{x}) - H(X) | \leq \epsilon\}. \quad (2)$$

Using $P_{\underline{X}}(\underline{x}) = \prod_{i=1}^{N} P_{X_i}(x_i)$, and the Chebyshev inequality $\Pr\{|w-\bar{w}|>\epsilon\} \leq \frac{\sigma^2}{\epsilon^2}$, it is easy to prove that for any $\epsilon > 0$, there exists an N such that:

$$\text{a) } \Pr[A_\epsilon(X)] = \sum_{\underline{x} \in A_\epsilon(X)} P_{\underline{X}}(\underline{x}) \geq i - \epsilon, \quad (3a)$$

b) for all ϵ-typical sequences $\underline{x} \in A_\epsilon(X)$,

$$2^{-N[H(X)+\epsilon]} \leq P_{\underline{X}}(\underline{x}) \leq 2^{-N[H(X)-\epsilon]}, \quad (3b)$$

$$\text{c) } (1-\epsilon)\, 2^{N[H(X)-\epsilon]} \leq |A_\epsilon(X)| \leq 2^{N[H(X)+\epsilon]}, \quad (3c)$$

where $|A_\epsilon(X)|$ stands for the cardinality of $A_\epsilon(X)$. Eqs. (3) are refered to as the asymptotic equipartition property (AEP) of i.i.d. sequences of random variables.

Shannon's source coding theorem is a direct consequence of the properties (3a) en (3c) of ϵ-typical sequences, i.e. of sequences $\underline{u} \in A_\epsilon(U)$. To wit:

<u>SOURCE CODING THEOREM</u>: For any $\epsilon > 0$, there is an L sufficiently large such that blocks of L source letters $U_1, U_2, \ldots, U_L$ can be encoded into $L[H(U)+\epsilon]$ binary symbols in a one-to-one manner except for a set $\overline{A_\epsilon(U)}$ of a-typical source sequence whose total probability is less than ϵ.

II. JOINTLY ϵ-TYPICAL SEQUENCES

Shannon's other two theorems, i.e. the channel coding theorem and the rate distortion theorem depend on the properties of jointly ϵ-typical sequences. Jointly ϵ-typical sequences are a straight forward generalization of the ϵ-typical sequences of Section I.

Consider a set {X,Y} of discrete random variables with joint probability distribution function $P_{XY}(x,y)$. Let $S \subset \{X,Y\}$ be any subset, and let H(S) be the entropy corresponding to this subset. In other words, if S = {X} the entropy H(S) equals the entropy H(X) defined in Section I, i.e.

$$H(X) = \sum_{x \in X} -P_X(x) \log_2 P_X(x),$$

and likewise for S = {Y}. If S = {X,Y}, the entropy H(S) equals H(X,Y), where

$$H(X,Y) = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} -P_{XY}(x,y) \log_2 P_{XY}(x,y).$$

Let $\underline{S} = (S_1, S_2, \ldots, S_N)$ represent a sequence of independent draws according to S, i.e. for S = {X,Y} we have $\underline{S} = (X_1, Y_1; X_2, Y_2; \ldots; X_N, Y_N)$. For example, X_n could be the n-th channel input and Y_n the corresponding channel output, n = 1,2,...,N. We now define $A_\epsilon(X,Y)$, the set of jointly ϵ-typical N-sequences, as

$$A_\epsilon(X,Y) := \{(\underline{x},\underline{y}) : | -\frac{1}{N} \log_2 P_{\underline{S}}(\underline{s}) - H(S) | \leq \epsilon \quad \text{for all } S \subseteq \{X,Y\}\}. \quad (4)$$

In analogy to Section I eqs. (3), Cover proved (Cover,1975) that for any $\epsilon > 0$, there exists an N such that for all $S \subseteq \{X,Y\}$:

$$\text{a) } \Pr[A_\epsilon(S)] = \sum_{\underline{s} \in A_\epsilon(S)} P_{\underline{S}}(s) \geq 1-\epsilon, \quad (5a)$$

b) for all jointly ϵ-typical sequences $\underline{s} \in A_\epsilon(S)$,

$$2^{-N[H(S)+\epsilon]} \leq P_{\underline{S}}(\underline{s}) \leq 2^{-N[H(S)-\epsilon]}, \qquad (5b)$$

c) $$(1-\epsilon)2^{N[H(S)-\epsilon]} \leq |A_\epsilon(S)| \leq 2^{N[H(S)+\epsilon]}, \qquad (5c)$$

where $A_\epsilon(S)$ denotes A_ϵ restricted to the random variables of S.

Fig. 2 gives a simple pictorial description of the typical sequences. We label the rows of the array by all $|X|^N$ possible $\underline{x}$ vectors, $\underline{x}_1, \underline{x}_2, \ldots$, and the columns of the array by all $|Y|^N$ possible $\underline{y}$ vectors, $\underline{y}_1, \underline{y}_2, \ldots$. We put a dot in the i-th row and the j-th column if $(\underline{x}_i, \underline{y}_j) \in A_\epsilon(X,Y)$. Furthermore, we order the rows and columns so that the elements of $A_\epsilon(X,Y)$ crowd the upper left corner of the array. A possible interpretation of the dots in Fig. 2 is the following. A dot with coordinates (i,j) means that we "accept" $\underline{y}_j$ as a channel output block in responce to $\underline{x}_i$ as the corresponding input block.

To prove the channel coding and the rate distortion theorem we need a little more insight into the distribution of the dots in Fig. 2. Lemma 1 concerns the number of dots per column. Let $T_{\underline{y}} := \{\underline{x} : (\underline{x},\underline{y}) \in A_\epsilon(X,Y)\}$, i.e. all $\underline{x}$ sequences that are jointly ϵ-typical with $\underline{y}$.

<u>LEMMA 1</u>: $$|T_{\underline{y}}| \leq 2^{N[H(X|Y)+2\epsilon]} \qquad (6)$$

<u>Proof</u>

$$1 = \sum_{\underline{x}} P(\underline{x}|\underline{y}) = \sum_{\underline{x}} \frac{P(\underline{x},\underline{y})}{P(\underline{y})} \geq \sum_{\underline{x}\in T_{\underline{y}}} \frac{P(\underline{x},\underline{y})}{P(\underline{y})} \geq$$

$$\geq \sum_{\underline{x}\in T_{\underline{y}}} \frac{2^{-N[H(X,Y)+\epsilon]}}{2^{-N[H(Y)-\epsilon]}} = |T_{\underline{y}}| \; 2^{-N[H(X|Y)+2\epsilon]} \qquad \text{Q.E.D.}$$

In a similar fashion we can show that there are at most $2^{N[H(Y|X)+2\epsilon]}$ dosts in each row. It does not appear that there is a corresponding <u>Lower</u> bound on the number of dots per row or column (for those rows and columns that

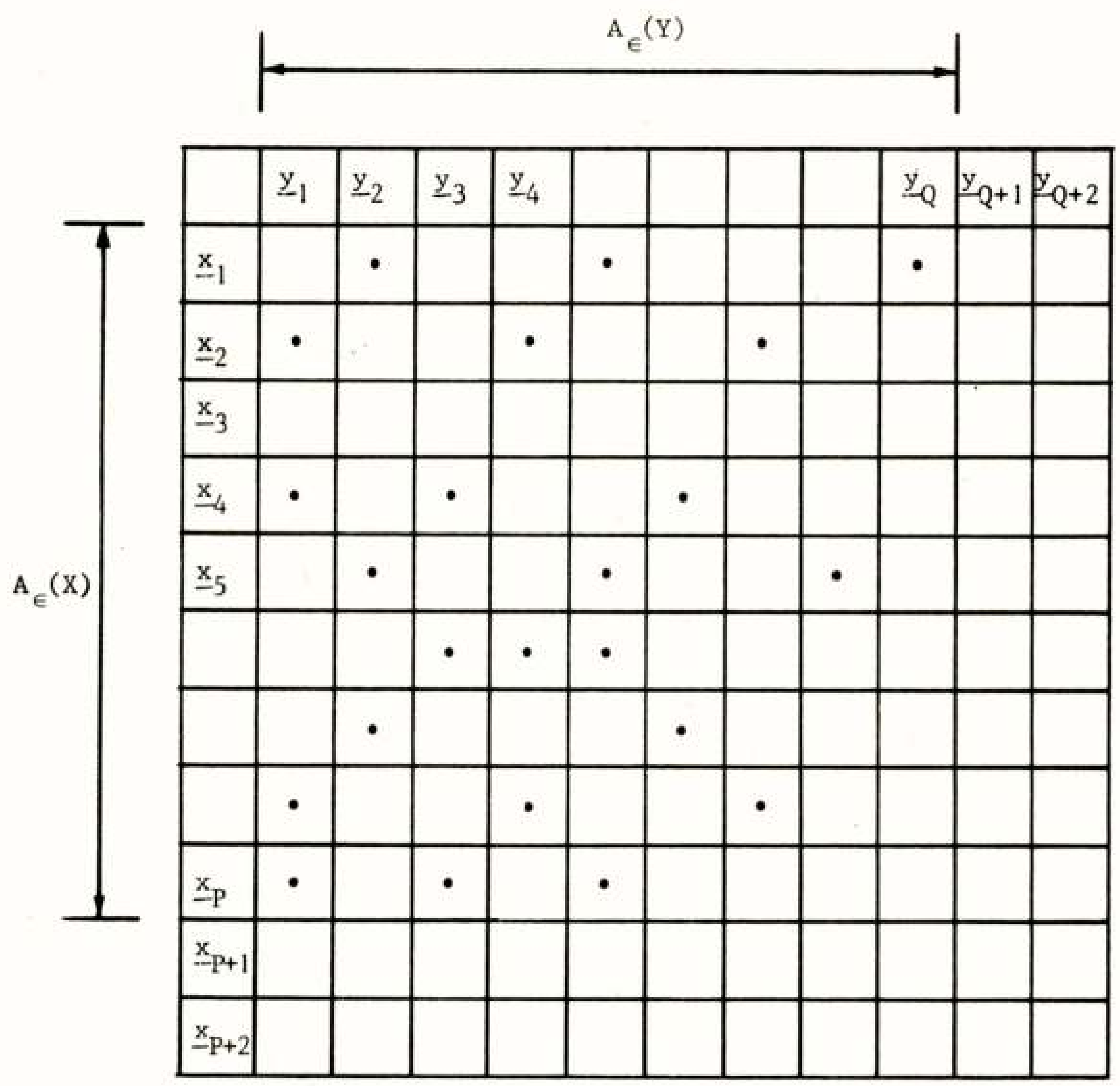


Fig. 2. Jointly ϵ-typical $(\underline{X},\underline{Y})$ sequences.

are not empty).

To obtain the well known theorems of information theory we need two more results on jointly ϵ-typical sequences, the first of which is the following partition theorem due to Cover (Cover, corresp. 1975). Let $B_1, B_2, \ldots, B_M$, $M = 2^{NR_X}$ be a random partition of X^N. In other words, assign an $\underline{x}$ sequence to bin B_i with probability $\Pr[\underline{x}\in B_i] = 1/M$, $i=1,2,\ldots,M$. Furthermore, let G be the event where two or more $\underline{x}$ sequences within the same bin B_i, $i=1,2,\ldots,M$, are jointly ϵ-typical with the same $\underline{y}$.

<u>THEOREM 2</u>: $\Pr[G] \leq 2^{N[H(X|Y)-R_X+2\epsilon]}$ (7)

<u>Proof</u>

$$\Pr[G] = \sum_{(\underline{x},\underline{y})\in A_\epsilon(X,Y)} P(\underline{x},\underline{y}) \Pr[\underline{x}'\neq\underline{x}, \underline{x}'\in T_{\underline{y}}, \underline{x}\&\underline{x}' \text{ in same bin}] \leq$$

$$\leq \sum_{(\underline{x},\underline{y})\in A_\epsilon(X,Y)} P(\underline{x},\underline{y}) \sum_{\substack{\underline{x}'\neq\underline{x} \\ \underline{x}'\in T_{\underline{y}}}} \Pr[\underline{x}' \text{ in same bin as } \underline{x}] =$$

$$= \sum_{(\underline{x},\underline{y})\in A_\epsilon(X,Y)} P(\underline{x},\underline{y}) \sum_{\substack{\underline{x}'\neq\underline{x} \\ \underline{x}'\in T_{\underline{y}}}} 2^{-NR_X} \leq$$

$$\leq \sum_{(\underline{x},\underline{y})\in A_\epsilon(X,Y)} P(\underline{x},\underline{y}) \, |T_{\underline{y}}| \, 2^{-NR_X} \leq$$

$$\leq 2^{N[H(X|Y)+2\epsilon]} \, 2^{-NR_X} \Pr[A_\epsilon(X,Y)] \leq$$

$$\leq 2^{N[H(X|Y)-R_X+2\epsilon]}$$ Q.E.D.

Since in the above theorem we have calculated the average probability of G over all partitions, there surely is a deterministic choice of the bins, see Fig. 3, that has property (7), i.e. a bounded probability of finding two distinct $\underline{x}$ sequences both jointly ϵ-typical with the same $\underline{y}$ sequence and both within the same bin.

Note that we need only assign $\underline{x}$ sequences from $A_\epsilon(X)$ to the bins. The other $\underline{x}$ sequences do not play any role in the theorem. The average number of typical $\underline{x}$ sequences per bin equals

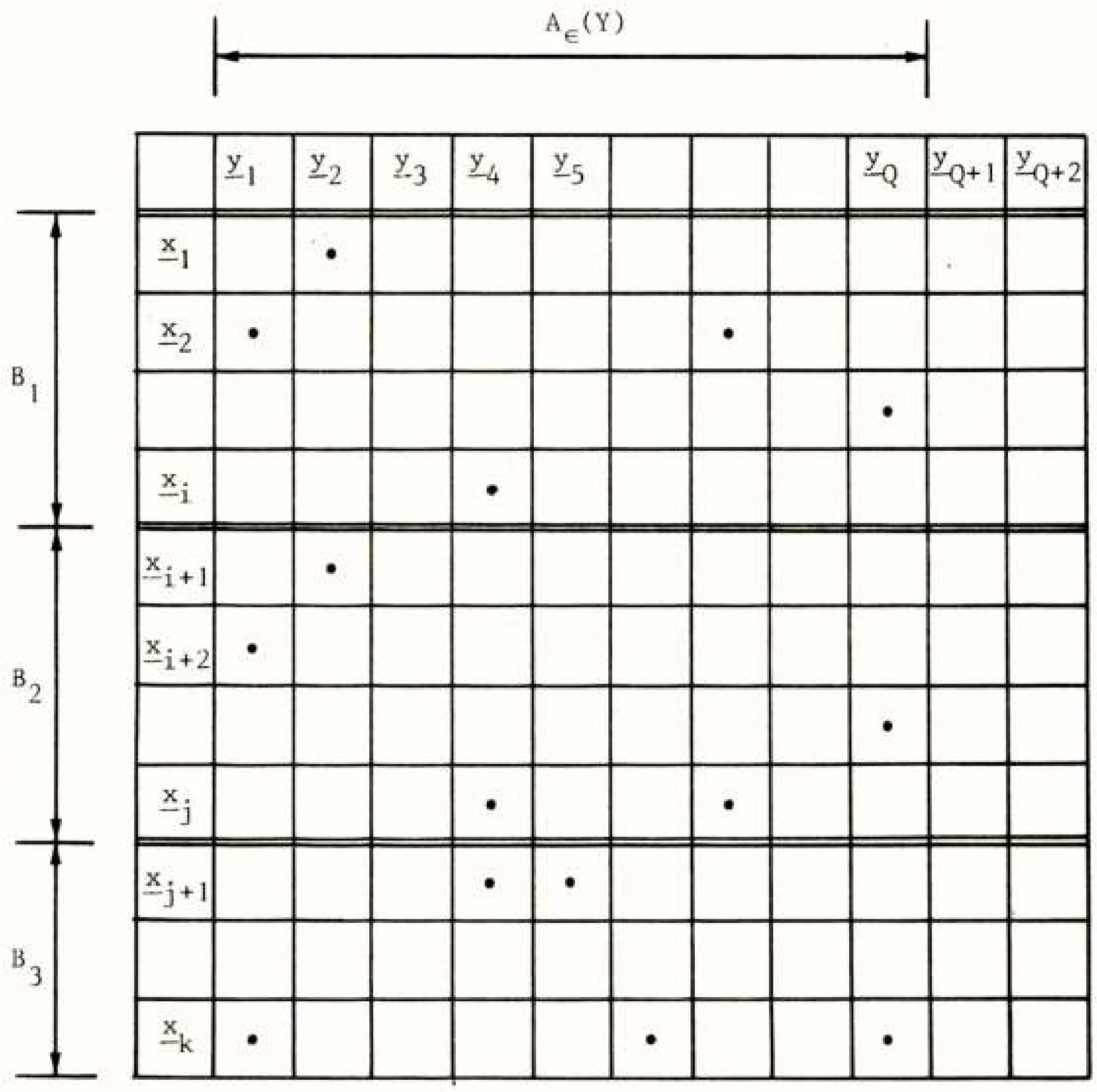


Fig. 3. Partition of typical $(\underline{X},\underline{Y})$ sequences .

$$|A_\epsilon(X)|/2^{NR_X} \geq (1-\epsilon)2^{N[H(X)-\epsilon-R_X]}. \quad (8)$$

As we want the probability of two typical $\underline{x}$ sequences both jointly typical with the same $\underline{y}$ sequence and both within the same bin to vanish, choose $R_X = H(X|Y) + 3\epsilon$. Now, it can be shown [1)] that there exists at least one bin B_{i_0} that satisfies (7), and that in addition contains at least

$$(1-\epsilon)\ 2^{N[I(X;Y)-4\epsilon]} \quad (9)$$

$\underline{x}$ sequences from $A_\epsilon(X)$. In the next Section III we will choose the typical $\underline{x}$ sequences of B_{i_0} as codewords for a channel code !

III CHANNEL-CODING AND RATE-DISTORTION THEORY

Consider a discrete memoryless transmission channel with input X and output Y. Let $P_X(x)$ denote the probability of occurrence of the channel input symbol $x \in X$. The input distribution $P_X(x)$ and the channel transition probability $P_{Y|X}(y|x)$ together determine a joint probability measure $P_{XY}(x,y)$, and thus a set $A_\epsilon(X,Y)$ of jointly ϵ-typical N-sequences. Choosing the typical $\underline{x}$ sequences of B_{i_0}, see Section II, as codewords we have the following theorem.

CHANNEL CODING THEOREM: If $R < C$, given $\delta > 0$ there exists an N, a set of codewords $\{\underline{x}_1, \underline{x}_2, \ldots, \underline{x}_M\}$, $M = 2^{RN}$, and a decoder such that the probability of error is less then δ.

Proof

For a received data vector $\underline{y}$, search for an $\underline{x}_i$ in B_{i_0} such that $(\underline{x}_i, \underline{y}) \in A_\epsilon(X,Y)$. If no such $\underline{x}_i$ exists or if there exists more than one decode to $\underline{x}_1$. By (9) the rate $R := (\log_2 M)/N$ of the code satisfies $R = I(X;Y)-4\epsilon$. Further note that the channel capacity C is defined as

$$C := \max_{P_X(x)} I(X;Y).$$

Finally, an error in decoding will occur

a) if the transmitted $\underline{x}$ sequence and the received $\underline{y}$ sequence are not jointly ϵ-typical. By (5a) this event has probability less than ϵ, and

b) if there is another typical $\underline{x}'$ sequence in B_{i_0} that is also jointly ϵ-typical with the received $\underline{y}$ sequence. By Theorem 2 the probability of this event also vanishes with increasing N. Q.E.D.

To prove the rate distortion theorem we require one final result on jointly ϵ-typical N-sequences.

THEOREM 3: For any $\epsilon, \delta > 0$, there exists an N and a set of $M = 2^{N[I(X;Y)+4\epsilon]}$ $\underline{y}$ sequences, say $\underline{y}_1, \underline{y}_2, \ldots, \underline{y}_M$, such that every $\underline{x}$ is jointly ϵ-typical with at least one $\underline{y}_i$, $i=1,2,\ldots,M$, except for a set of $\underline{x}$ sequences of total probability less than δ.

Proof

First choose M $\underline{y}$ sequences independently according to $P_Y(\underline{y})$. For any $\underline{x}$ sequence chosen in accordance to the distribution $P_X(\underline{x})$, the probability $Pr[(\underline{x},\underline{y}) \in A_\epsilon(X,Y)]$ is bounded as

$$(1-\epsilon)\ 2^{-N[I(X;Y)+3\epsilon]} \leq \sum_{(\underline{x},\underline{y})\in A_\epsilon(X,Y)} P(\underline{x})P(\underline{y}) \leq$$

$$\leq 2^{-N[I(X;Y)-3\epsilon]}.$$

Let $J := \{\underline{x} : (\underline{x},\underline{y}_1) \notin A_\epsilon(X,Y), \ldots, (\underline{x},\underline{y}_M) \notin A_\epsilon(X,Y)\}$.
Then

$$\sum_{\underline{x}\in J} P_X(\underline{x}) = \prod_{i=1}^{M} Pr[(\underline{x},\underline{y}_i) \notin A_\epsilon(X,Y)] =$$

$$= \prod_{i=1}^{M} \{1-Pr[(\underline{x},\underline{y}_i) \in A_\epsilon(X,Y)]\} \leq \prod_{i=1}^{M} \{1-2^{-N[I(X;Y)+3\epsilon]}\} =$$

$$= \{1-2^{-N[I(X;Y)+3\epsilon]}\}^M \leq \exp\{-M\ 2^{-N[I(X;Y)+3\epsilon]}\} =$$

$$= \exp\{-2^{N[I(X;Y)+4\epsilon - I(X;Y)-3\epsilon]}\} = \exp(2^{-N\epsilon}) \quad \text{Q.E.D.}$$

---

1) The simple proof is left to the reader.

As in Section I consider a finite (alphabet) discrete memoryless information source, for example, the spinner of Fig. 1. In Section I we required exact (noiseless) reproduction of the source output. We now investigate a more general situation where some distortion is allowed in the reproduction. In particular, if a source output $u \in U$ is reproduced at the destination as $v \in V$, we associate with this reproduction a finite nonnegative distortion $d(u,v)$. We code L-sequences $\underline{u}$ of source letters that are reproduced as L-sequence representations $\underline{v}$. The distortion between these L-sequences is taken as

$$d(\underline{u},\underline{v}) = \sum_{i=1}^{L} d(u_i,v_i) \ . \tag{10}$$

A given source coder/decoder pair determines a deterministic relation $\underline{v}(\underline{u})$. At this point of the development, however, we do not have such a coder/decoder pair and, thus, all we can do is postulate a probabilistic relation $P_{V|U}(v|u)$. The conditional probability distribution $P_{V|U}(v|u)$, together with the probability distribution $P_U(u)$ of the source gives rise to a joint probability distribution $P_{UV}(u,v)$. The joint probability measure $P_{UV}(u,v)$ determines an average mutual information $I(U;V)$, and an average distortion

$$\bar{d} = \sum_u \sum_v P(u,v)\ d(u,v) \ . \tag{11}$$

Let $\mathcal{T}(d) := \{P_{V|U} : \bar{d} \leq d\}$, i.e. those conditional probability distributions that result in an average distortion less than or equal to d. The so called rate distortion function is now defined for all $d \geq 0$ as

$$R(d) := \inf_{P_{V|U} \in \mathcal{T}(d)} I(U;V) \tag{12}$$

We can now state the rate distortion theorem.

RATE DISTORTION THEOREM : For any $\epsilon, \epsilon', \delta > 0$, there exists an L sufficiently large such that blocks of L source letters can be encoded into $L[R(d)+4\epsilon]$ binary symbols and these binary symbols can be converted into blocks of L destination letters such that the distortion between the source sequence and the destination sequence is less than $L(d+\epsilon')$ except for a set of source sequences whose total probability is less than δ.

Proof

The probability distribution $P_U(u)$ of the information source and the postulated conditional probability distribution $P_{V|U}(v|u)$ together determine the joint probability distribution $P_{UV}(u,v)$. But $P_{UV}(u,v)$ determines a set of jointly ϵ-typical L-sequences and from Theorem 3 it follows that every $\underline{u}$ is jointly ϵ-typical with at least one of the representation sequences $\underline{v}_1, \underline{v}_2, \ldots, \underline{v}_M$, except for a set of $\underline{u}$ sequences of total probability less than δ. Since, by Theorem 3, $M = 2^{L[I(U;V)+4\epsilon]}$ the proper representation $\underline{v}_i$ of $\underline{u}$ can be indicated using $L[I(U;V)+4\epsilon]$ binary digits. Hence, by proper choice of $P_{V|U}(v|u) \in \mathcal{T}(d)$ it follows from (12) that the source sequence $\underline{u}$ can be encoded into $L[R(d)+4\epsilon]$ binary digits. Finally, as $\underline{u}$ and $\underline{v}_i$ are jointly ϵ-typical the joint probability $P_{\underline{U},\underline{V}}(\underline{u},\underline{v})$ is bounded by (5b). Now using the Chebyshev inequality it follows from (10) that if we choose $P_{V|U}(v|u)$ from $\mathcal{T}(d)$ the distortion $d(\underline{u},\underline{v}_i) \leq L(d+\epsilon')$, i.e. the time average distortion is close to the ensemble average distortion. Q.E.D.

It may have struck the reader that the source information was coded in blocks of length L, whereas the channel block length was N, see Fig. 4. We can thus combine the rate distortion theorem and the channel coding theorem into a single (modulation theorem) result for joint source/ /channel coding. By the rate distortion theorem we can recover the source L sequence at the destination with distortion Ld by error free communication of LR(d) binary digits. If we can transmit N channel symbols (oversampling) for each L source symbols then by the channel coding theorem these LR(d) binary digits can be communicated error free as long as LR(d) is less than NC. Hence, given a channel capacity of $C' = NC/L$ bits per source symbol the minimum realizable distortion Ld can be found by solving d from the equation

$$R(d) = C' . \tag{13}$$

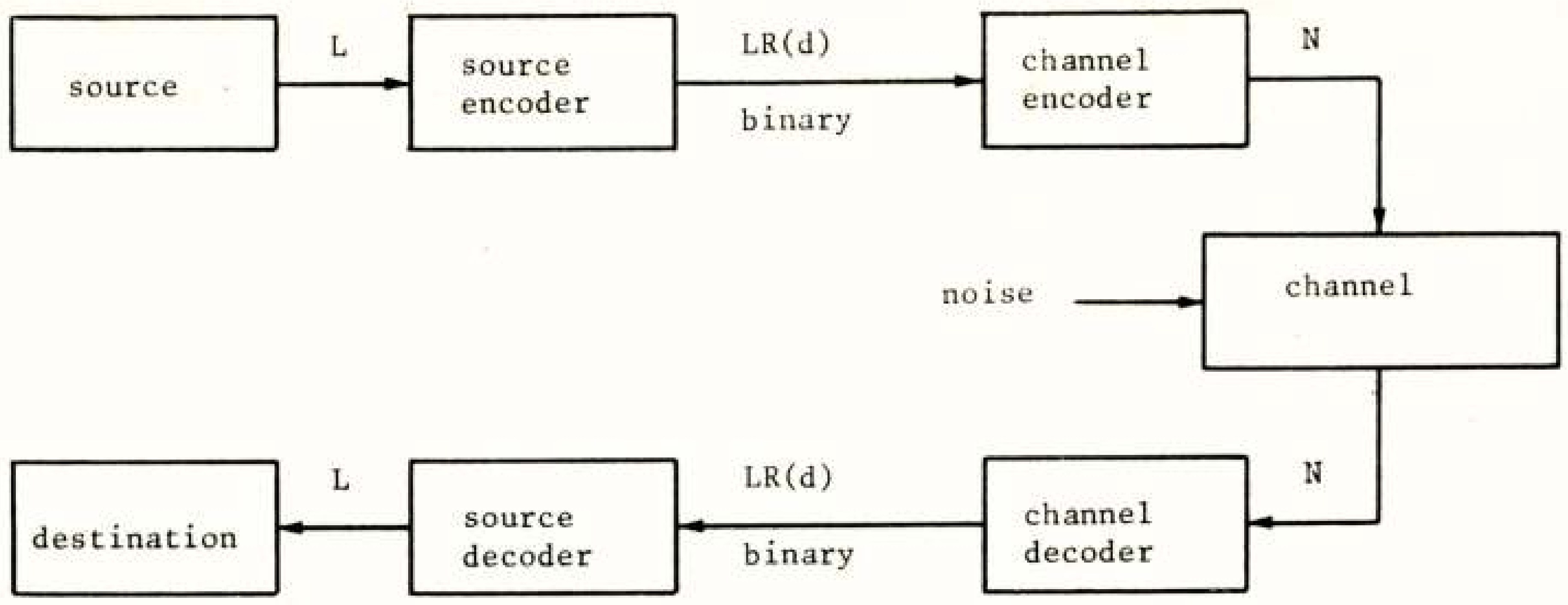


Fig. 4. Communication system with split encoder and decoder.

The last section IV will be a discussion of some literature pertaining to the source coding, the channel coding, and the rate distortion theorem.

IV DISCUSSION

An almost up to date treatment of the preceeding theory can be found in ref. (Slepian, 1974). In fact, this particular reference covers a little more ground. It is clear that the concept of jointly ϵ-typical sequences can be generalized to more than two random variables $\{X,Y\}$. By using extended sets $A_\epsilon(X,Y,\ldots,Z)$ of jointly ϵ-typical sequences one can treat multiple source and multiple channel coding problems. It has been realized that many source coding problems are of the multiple source variety. In speech coding, for example, one can distinguish between four subsources, i.e. 1) a formant source, 2) a pitch source, 3) a vowel/consonant source, and 4) a loudness source. Hence, if one is to code speech efficiently one is faced with a multiple source coding problem. Likewise, in picture coding (Yan, 1977) we can distinguish between 1) an object source, and 2) a texure source. The traditional coding techniques, i.e. transform coding and DPCM, work well for the texure source but not for the object source. This can be verified by applying transform coding to the composite picture source and closely observing the sharp edges of objects in the picture. Many of these applications of information theory to problems in communications are discussed in ref. (Longo, 1978).

For noiseless coding of long (L) source blocks Huffman coding has the disadvantage that it requires large amounts of storage. The enumerative coding schemes (Lynch, 1966; Davidson, 1966; Schalkwijk, 1972; Cover, 1973; Schalkwijk, 1974) do not exhibit this excessive storage requirement. Recently, Gallager (Gallager, 1978) published a paper on Huffman coding for nonstationary sources.

The channel coding theorem proves the existence of codes with good performance for rates approaching channel capacity. Orthogonal codes for the Gaussian channel thus far constitute the only known class of such codes. The availability of a feedback channel greatly simplifies the channel coding problem. Ref. (Schalkwijk, 1969) is a tutorial on good feedback strategies for the Gaussian channel. There also exists a good feedback strategy (Schalkwijk, 1971) for discrete memoryless channels.

The class of convolutional codes (Viterbi, 1971) offers a good solution to many practical coding problems. Convolutional codes, for one thing, are self synchronizing. Refs. (Forney, 1971, 1973) develop an algebraic structure for convolutional codes. In many applications syndrome decoding (Schalkwijk, 1976) leads to the most economical (hardware) decoder implementation. Ref. (Schalkwijk, 1978) gives an up to date treatment of the tradeoffs between complexity and performance in maximum likelihood (ML)

decoding of convolutional codes. An exact performance analysis (Schalkwijk, 1979) of such an ML decoder is now possible. Ref. (Vinck, 1979) describes a modern stack decoder for convolutional codes.

There exists a short proof (Schalkwijk, 1967) of the modulation theorem for the Gaussian channel. Oversampling in a Gaussian channel with feedback can be used for joint source/channel coding thus achieving the rate distortion bound, i.e.

$$(SNR)_o = [1+\frac{(SNR)_i}{N}]^N \quad . \tag{14}$$

Although this result applies to a channel with Gaussian noise, a similar strategy can also be used in the case of an "A/D-converter channel" with quantization noise.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wants to thank his coworkers J.A.M. de Brouwer, and J.E. Rooyackers for informative discussions on speech and picture coding. A.J. Vinck, also a member of our research group Information & Communication Theory, and K.A. Post, of the department of mathematics, contributed greatly to our research on convolutional codes. Dr.ir. J.B.H. Peek of the Philips Research Laboratories called the author's attention to the A/D-converter channel, another instance where information theory could be used to advantage. Thanks is also due to Mrs. G.H. Driever-van Hulsen for the accurate typing of this manuscript.

REFERENCES

Cover, T.M., "Enumerative source encoding", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-19, pp. 73-77, Jan. 1973.

Cover, T.M., "A proof of the data compression theorem of Slepian and Wolf for ergodic sources", IEEE Trans. Inform. Theory (Corresp.), vol. IT-21, pp. 226-228, March 1975.

Cover, T.M., "An achievable rate region for the broadcast channel", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-21, pp. 339-404, July 1975.

Davisson, L.D., "Comments on sequential time coding for data compression", Proc. IEEE (Corresp.), vol. 54, p. 2010, Dec. 1966.

Forney, G.D., "Information theory", unpublished notes for a course at Stanford University, Winter 1972.

Forney, G.D., "Convolutional Codes I: Algebraic Structure", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-16, pp. 720-738, Nov. 1970; and vol. IT-17, p. 360, May 1971.

Forney, G.D., "Structural analysis of convolutional codes via dual codes", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-19, pp. 512-518, July 1973.

Gallager, R.G., "Variations on a theme by Huffman", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-24, pp. 668-674, Nov. 1978.

Huffman, D.A. "A method for the construction of minimum redundancy codes", Proc. IRE, vol. 40, pp. 1098-1101, Sept. 1952.

Longo, G.,ed., "The information theoy approach to communications", CISM Courses and Lectures No. 229, Springer Verlag, Wien-New York 1978.

Lynch, T.J., "Sequential time coding for data compression", Proc. IEEE (Corresp.), vol. 54, pp. 1490-1491, Oct. 1966.

Schalkwijk, J.P.M., and Bluestein, L.I., "Transmission of analog waveforms through channels with feedback", IEEE Trans. Inform. Theory (Corresp.), vol. IT-13, pp. 617-619, Oct. 1967.

Schalkwijk, J.P.M., "Recent developments in feedback communication", Proc. IEEE (Invited Paper), vol. 57, pp. 1242-1249, July 1969.

Schalkwijk, J.P.M., "A class of simple and optimal strategies for block coding on the binary symmetric channel with noiseless feedback", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-17, pp. 283-287, May 1971.

Schalkwijk, J.P.M., "An algorithm for source coding", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-18, pp. 395-399, May 1972.

Schalkwijk, J.P.M., "Coding by lexicographical enumeration", Tijdschrift van het Nederlands Electronica- en Radiogenootschap, vol. 39, pp. 163-167, Nov. 1974.

Schalkwijk, J.P.M., and Vinck, A.J., "Syndrome decoding of binary rate ½ convolutional codes", IEEE Trans. Comm., vol. COM-24, pp. 977-985, Sept. 1976.

Schalkwijk, J.P.M., Vinck, A.J., and Post, K.A., "Syndrome decoding of binary rate k/n convolutional codes", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-24, pp. 553-562, Sept. 1978.

Schalkwijk, J.P.M., Post, K.A., and Aarts, J.P.J.C., "On a method of calculating the event error probability of convolutional codes with maximum likelihood decoding", IEEE Trans. Inform. Theory, to be published.

Slepian, D.,ed., "Key papers in the development of information theory", IEEE Press, New York 1974.

Vinck, A.J., de Paepe, A.J.P., and Schalkwijk, J.P.M., "A class of binary rate ½ convolutional codes that allows an improved stack decoder", IEEE Trans. Inform. Theory, to be published.

Viterbi, A.J., "Convolutional codes and their performance in communication systems", IEEE Trans. on Communications (Special Issue on Error Correcting Codes - Part II), vol. COM-19, pp. 751-772, Oct. 1971.

Wolf, J.K., "The AEP property of random sequences and applications to information theory", Information theory; New trends and open problems, ed. by G. Longo, CISM Courses and Lectures No. 219, Springer Verlag, Wien-New York 1975.

Yan, J.K., and Sakrison, D.J., "Encoding of images based on a two-component source model", IEEE Trans. on Communications, vol. COM-25, pp. 1315-1322, Nov. 1977.

Voordracht gehouden op 30 mei 1979 in het gebouw voor Elektrotechniek THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 280), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI, en de Benelux Sectie IEEE.

CONVOLUTIONAL CODES; VITERBI AND STACK DECODING

Ir. A.J. Vinck
University of Technology, Eindhoven.

Convolutional codes; Viterbi and Stack decoding. A short description of two decoding algorithms for convolutional codes.

The goal of source coding is to remove all redundancy of a source output, and encode the remaining information with a number of code letters per source letter as small as possible. As each code letter then contains a maximum amount of information, transmission errors are catastrophic. In channel coding redundancy is added to, or mixed with the information stream in order to reliably reproduce at the output of the channel decoder the original information. In the remainder of this paper we assume that binary digits are to be transmitted over a binary symmetric channel (BSC), see Fig. 1. Each transmitted digit is erroneously received at the channel output with a fixed probability $\frac{1}{2} > p > 0$.

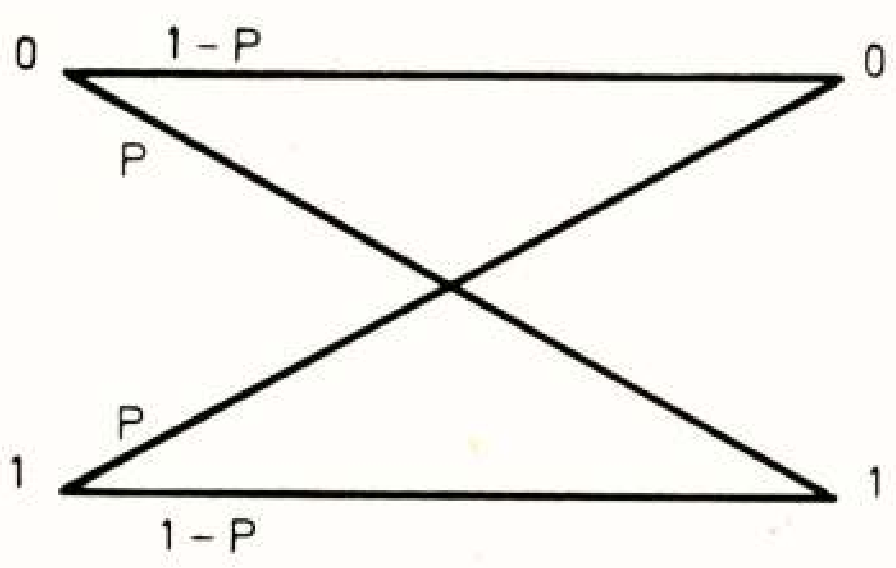


Fig. 1. Binary symmetric channel (BSC).

In channel coding literature, one distinguishes between block and convolutional codes. A rate k/n block code can be generated with a combinatorial network. The n-output digits of this network at time τ, only depend on the k-input digits at the same time instant. A convolutional code is generated with a sequential network. The n-output digits at time τ depend on the k-input digits at time τ, and on the input digits at time $\tau-1,\tau-2,\cdots$. Fig. 2 represents a specific example of a binary rate $\frac{1}{2}$ convolutional encoder. The input to this encoder is the binary information sequence

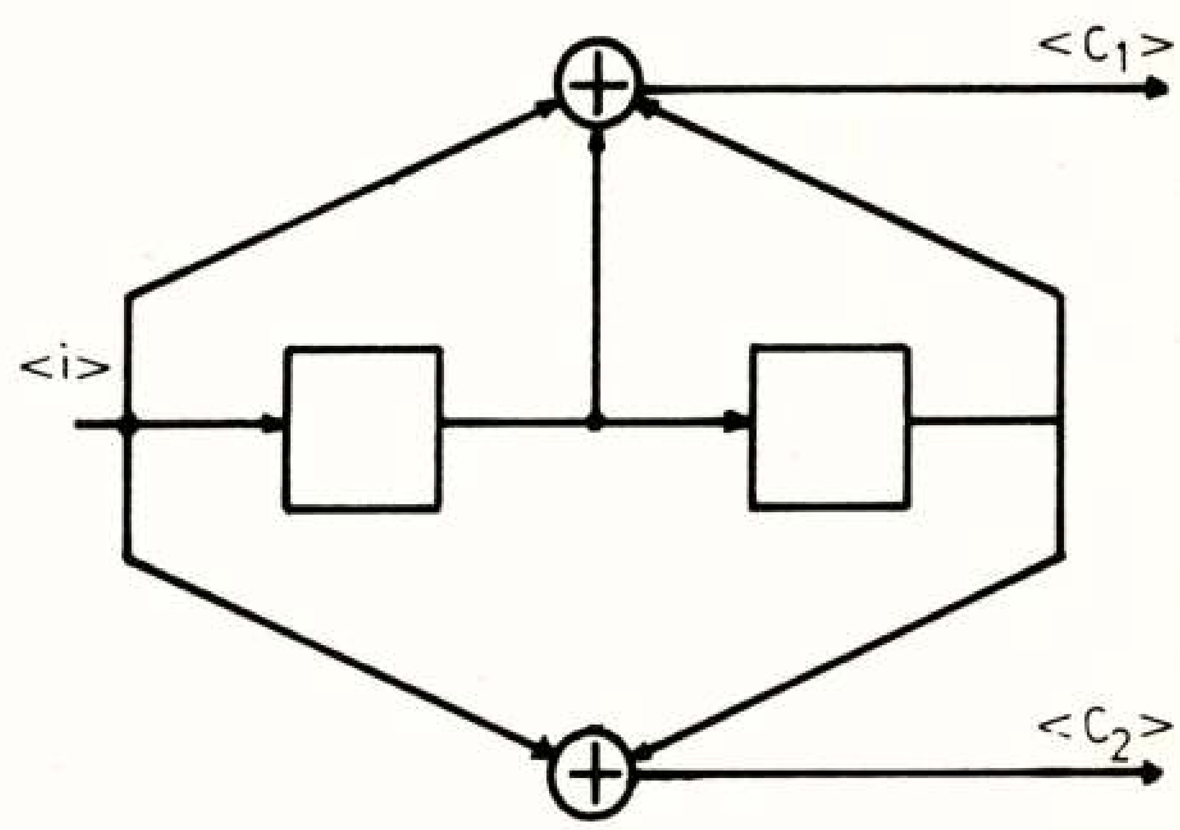


Fig. 2. A rate $\frac{1}{2}$ convolutional encoder.

$$<i> = \cdots,i_{-1},i_0,i_1,\cdots .$$

The outputs are two binary codeword sequences $<c_1>$ and $<c_2>$, with respective elements

$$c_{1,\tau} = i_\tau \oplus i_{\tau-1} \oplus i_{\tau-2}$$
$$c_{2,\tau} = i_\tau \oplus i_{\tau-2} \qquad ,$$

where $\oplus$ denotes modulo-two addition. An efficient way of representing the encoder output as a function of its input and the memory contents is by means of a tree. We label each node in this tree with the information sequence, or as the encoder has memory length 2, with the last 2 information symbols leading to a particular node. Going from a node to its successor, the encoder outputs can be placed along the branches. Fig. 3 gives a tree representation of the encoder of Fig. 2. Note that the output of the encoder at a certain depth in the tree only depends on the node label and the present input. Hence, two nodes at the same depth with the same label have the same

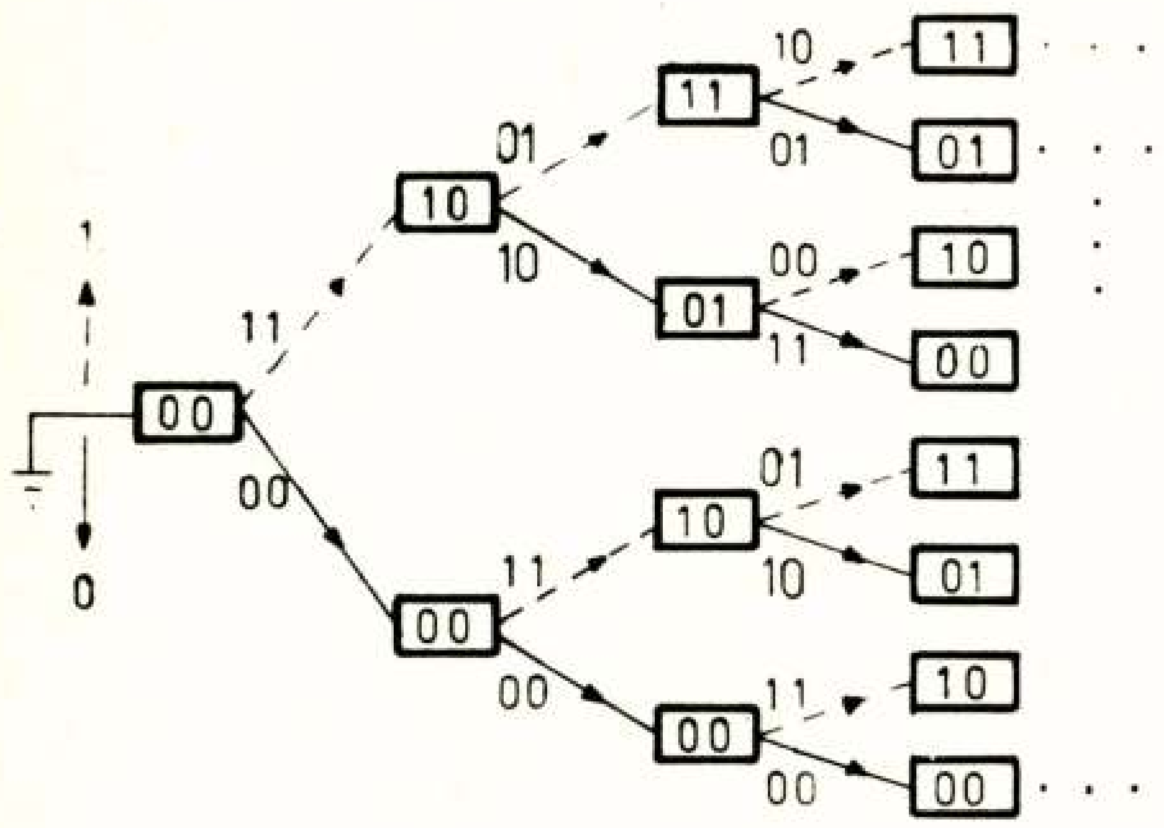


Fig. 3. Tree representation of the encoder of Fig. 2.

encoded sequence following either node. Thus, we need only one node with each label at each depth. Paths leading into nodes with this label can be made to enter a single node. The maximum number of different nodes at each depth is 2^{ν}, where ν is the memory or constraint length of the encoder. The above described contraction of the tree is called a trellis, see Fig. 4. Note that after two initial steps the trellis structure remains the same each step.

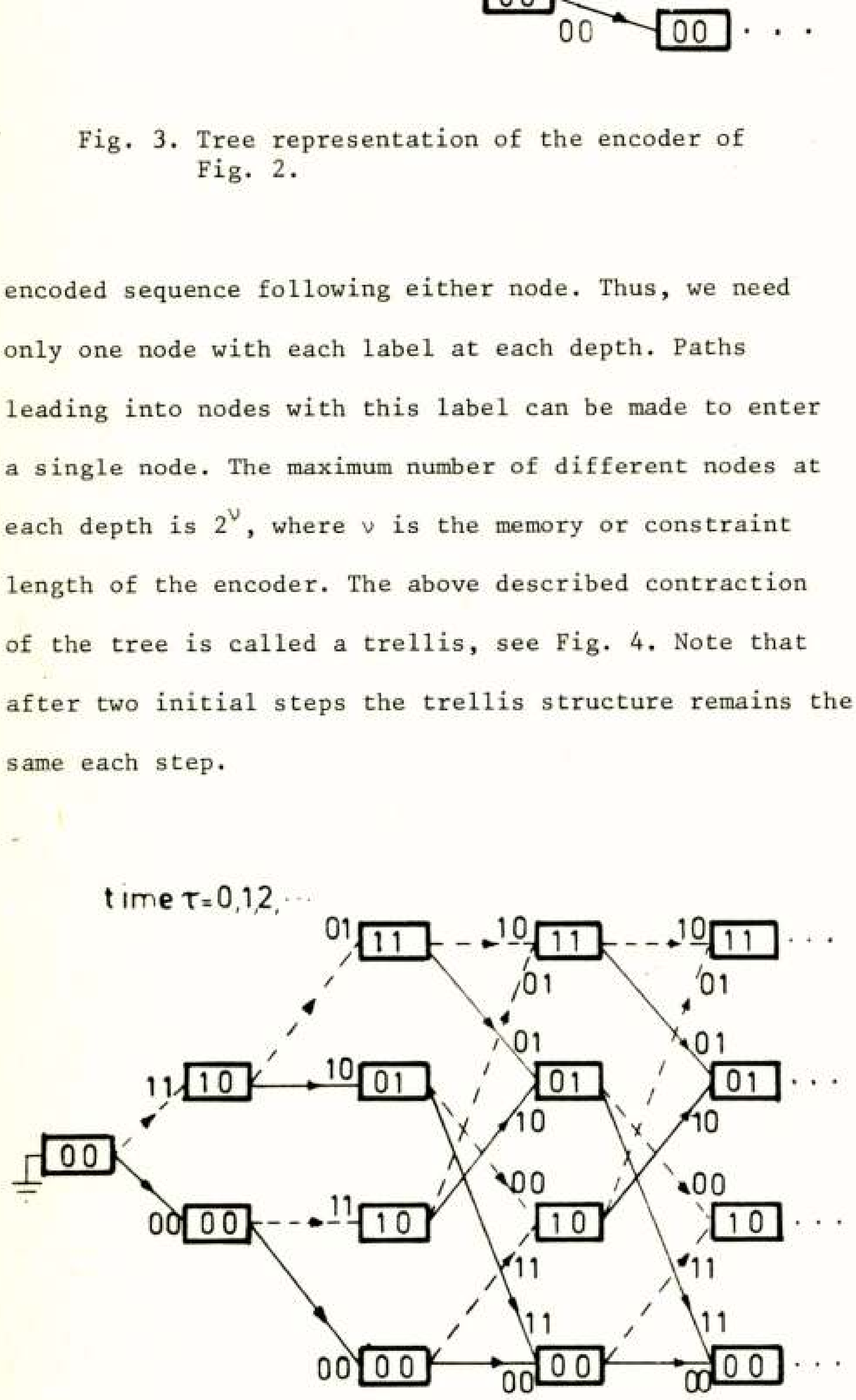


Fig. 4. Trellis representation of the encoder of Fig. 2.

Suppose, for practical reasons, that we reorganize our information sequence into frames. Each frame consists of L information digits, followed by ν all zero digits. The codeword frame $\underline{c}$, corresponding with an information frame has length $N = 2(L + \nu)$. Let $\underline{y}=(y_1,y_2,\cdots,y_N)$ be a received frame after transmission over a BSC. The minimum error probability decoding rule is defined by : decode the received sequence $\underline{y}$ into a $\underline{c}'$ for which

$$\Pr(\underline{c}'|\underline{y}) \geq \Pr(\underline{c}|\underline{y}) \quad \text{for all } \underline{c}. \tag{1}$$

Equivalently, find the maximum

$$\Pr(\underline{c}|\underline{y}) = \frac{\Pr(\underline{y}|\underline{c})\Pr(\underline{c})}{\Pr(\underline{y})} \quad \text{for all } \underline{c}, \tag{2}$$

where

$$\Pr(\underline{y}) = \sum_{\forall \underline{c}} \Pr(\underline{y}|\underline{c})\Pr(\underline{c}).$$

Maximum likelihood (ML) decoding is an alternative type of decoding rule defined by: given $\underline{y}$, choose $\underline{c}'$ for which

$$\Pr(\underline{y}|\underline{c}') \geq \Pr(\underline{y}|\underline{c}) \quad \text{for all } \underline{c}. \tag{3}$$

With our binary transmission model, this is equivalent with choosing the codeword at minimum Hamming distance, i.e. the minimum number of differences, from the received sequence. Viterbi [1] used the trellis structure to develop an ML decoder for convolutional codes. The algorithm operates as follows. With each node we associate a metric $M_j(\tau)$, $0 \leq j \leq 3$, $\tau = 0,1,2,\cdots$, that equals the minimum Hamming distance between a received path and a path leading from node 0 at time 0 to particular node j at time τ . The metric $M_j(\tau+1)$ at time $\tau+1$ can be determined recursively, i.e.,

$$M_0(\tau+1) = \min[M_0(\tau) + d_H(00), M_2(\tau) + d_H(11)] \;, \tag{4a}$$
$$M_1(\tau+1) = \min[M_0(\tau) + d_H(11), M_2(\tau) + d_H(00)] \;, \tag{4b}$$
$$M_2(\tau+1) = \min[M_1(\tau) + d_H(10), M_3(\tau) + d_H(01)] \;, \tag{4c}$$
$$M_3(\tau+1) = \min[M_1(\tau) + d_H(01), M_3(\tau) + d_H(10)] \;, \tag{4d}$$

where $d_H(\cdot\cdot)$ denotes the Hamming distance between a received pair of transmitted code digits and the pair between parenthesis. For $\tau \geq 2$, each $(\tau+1)$ node can be reached from two τ nodes. For each of these two τ nodes add to the metric $d_H(\cdot\cdot)$, corresponding with the transition to the particular $(\tau+1)$ node. The minimum of the two values thus obtained is $M_j(\tau+1)$. The transition associated with the minimum value is called the "survivor".

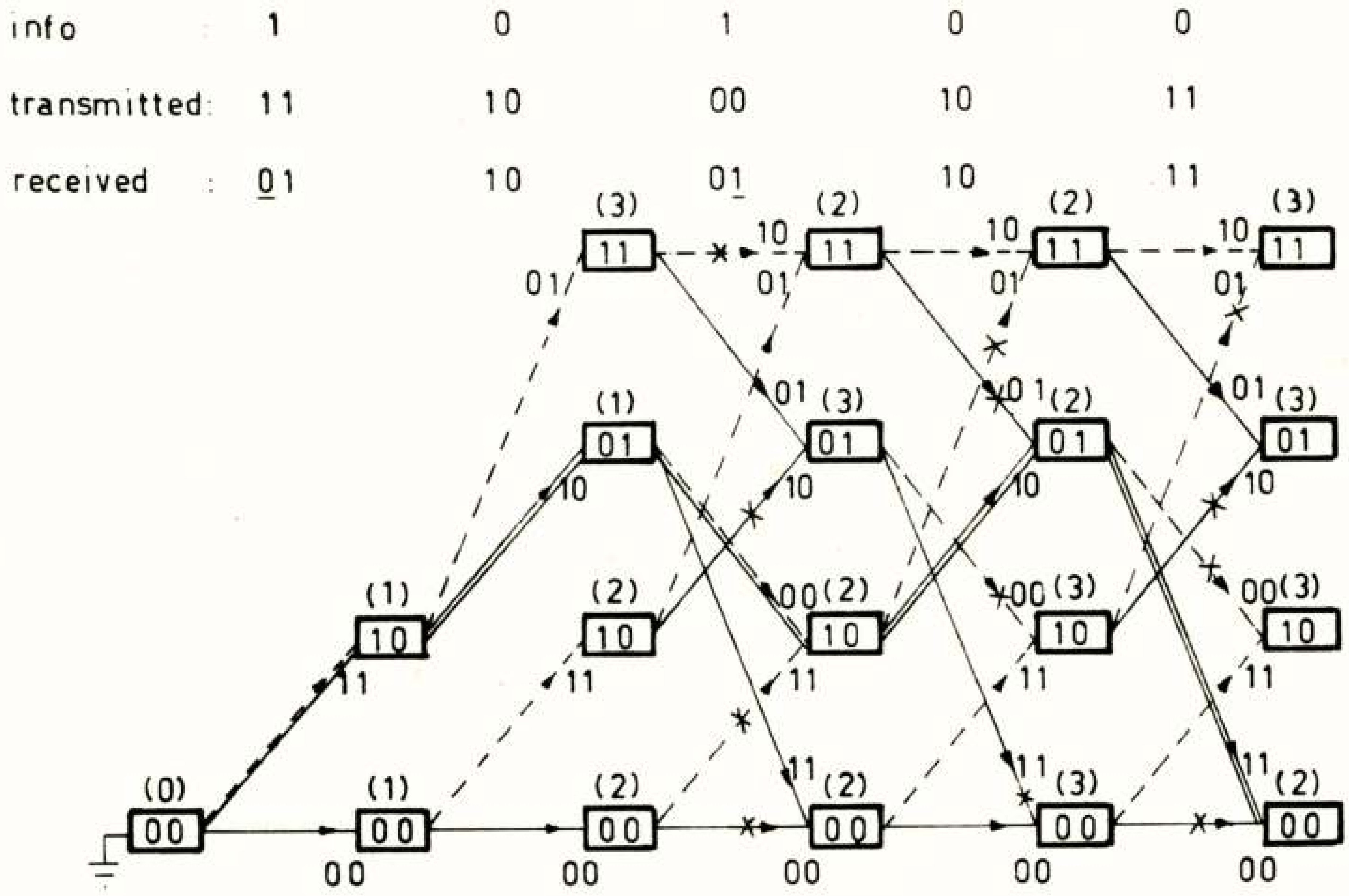


Fig. 5. Example of the operations of a Viterbi decoder. The double line is the best estimation of the transmitted codeword after five steps. Between parenthesis are the metric values for each node.

In case of a tie, choose the survivor at random among the two candidates. After we have thus operated on a whole frame of received digits, the decoder goes back to node 0 at time 0, each time choosing the survivor previously obtained. Note that the decoder starts at node 0 and at the end of a frame ends again at node 0. Fig. 5 gives an example of the Viterbi decoder operating on the first 10 digits received.

As for block codes, the decoding error probability is mainly determined by the minimum Hamming distance, d_{min}, between any two codewords. For our example, one finds by inspection that d_{min} equals 5. In order to make d_{min} large, we could investigate long constraint length codes. However, with Viterbi decoding, the decoder complexity is proportional to 2^{ν}. Hence, large values of ν are impossible to implement. We could improve this situation, if we only had to do the calculations for a small set of paths. This set should presumably include the correct path. We therefore return to the tree structure as sketched in Fig. 3.

Suppose, we develop each possible path in the tree. After a few number of steps, for instance 25, the computational complexity of the decoding algorithm would be proportional to 2^{25}. However, one could suspect that a large number of paths are sufficiently "bad". These paths might be discarded in an early stage, without degrading the performance from that of an ML decoder. To do so, we have to find a quality criterion for paths, also taking into account the difference in length of explored paths. Fano [2], gave a solution to this problem for the class of random tree codes.

Let a binary information source generate independent digits with $Pr(0) = Pr(1) = \frac{1}{2}$. The information is to be encoded with a rate $\frac{1}{2}$ tree code. The binary code digits along the branches of the tree are also independently generated with $Pr(0) = Pr(1) = \frac{1}{2}$. The probability that the encoder follows a path from the origin to some specific node at depth j is thus equal to 2^{-j}. Then, given a received sequence $\underline{y}$ of length 2j, define as a quality measure for the encoded path $\underline{c}$ to the node at level j the logarithm of (2),

$$L_f(\underline{c}) \triangleq {}^2\log \Pr(\underline{c}|\underline{y})$$

$$= {}^2\log \frac{\Pr(\underline{y}|\underline{c})}{\Pr(\underline{y})} + {}^2\log \Pr(\underline{c}) \quad . \tag{5}$$

Since our channel is memoryless, and the code tree is random, we have

$$L_f(\underline{c}) = \sum_{i=1}^{2j} \left[{}^2\log \frac{\Pr(y_i|c_i)}{\Pr(y_i)} \right] + {}^2\log 2^{-j} \tag{6}$$

$$= \sum_{i=1}^{2j} \left[{}^2\log \Pr(y_i|c_i) + \tfrac{1}{2} \right] \tag{7}$$

Massey [3], ten years after Fano introduced this metric, shows that (7) is optimal. Thus, if we extend the node with greatest metric, and continue this process until we reach the end of the tree, we can be reasonable sure that we will have found the same path that an ML decoder would have found. Although the tree generated by a convolutional encoder is not random, it is random enough to use (7). Note that the metric as derived in (7) is additive. For example, when $P_{BSC} = 0.02$, one finds from (7), that

$${}^2\log \Pr(y_i|c_i) + \tfrac{1}{2} = {}^2\log (1.-0.02) + \tfrac{1}{2} = = +0.47 \approx 0.5$$

when $y_i = c_i$, whereas

$${}^2\log \Pr(y_i|c_i) + \tfrac{1}{2} = {}^2\log (0.02) + \tfrac{1}{2} = = -5.14 \approx -5$$

when $y_i \neq c_i$. In practice, one scales the metrics so that all metric values can be closely approximated by integers. In this case, we scale with a factor of two.

We now give a short description of sequential stack decoding (SSD). Generally, the stack decoder acts on frames of encoded information. Let $\underline{c}$ be the code sequence corresponding with an information sequence $\underline{i}$, and let $L_f(\underline{c})$ be the Fano metric for $\underline{c}$, given a received sequence $\underline{y}$. Each entry of the stack consists of a pair $[\underline{i}, L_f(\underline{c})]$. An extension of a path is denoted by $\underline{i} * 0$, or $\underline{i} * 1$. The encoder output pairs corresponding with transitions from node $\underline{i}$ to $\underline{i} * 0$, or from $\underline{i}$ to $\underline{i} * 1$ are denoted by $\underline{c}_0$ and $\underline{c}_1$ respectively. The decoder acts as follows:

1) Place the all zero node with $L_f(\underline{0}) = 0$ at the top of the stack.
2) Extend the top entry $[\underline{i}\ ,\ L_f(\underline{c})]$ by forming $[\underline{i} * 0,\ L_f(\underline{c}) + L_f(\underline{c}_0)]$, and $[\underline{i} * 1\ ,\ L_f(\underline{c}) + L_f(\underline{c}_1)]$. Delete $[\underline{i}\ ,\ L_f(\underline{c})]$ from the stack.
3) Place the two newly formed entries into the stack such that the stack remains ordered, i.e. in order of decreasing metric.
4) If the top entry represents an information frame, stop and decode. Otherwise go to step 2.

The major problem with SSD is that of stack overflow. This occurs if the channel is noisy, and the stack size relatively small. Another problem is that of computational complexity. If the number of computations is so large that the end of the tree cannot be reached within a certain time interval, a frame erasure occurs. The particular frame must then be retransmitted, thus lowering the effective rate.

To illustrate the stack decoding algorithm consider the example of Fig. 6. The encoder output and the

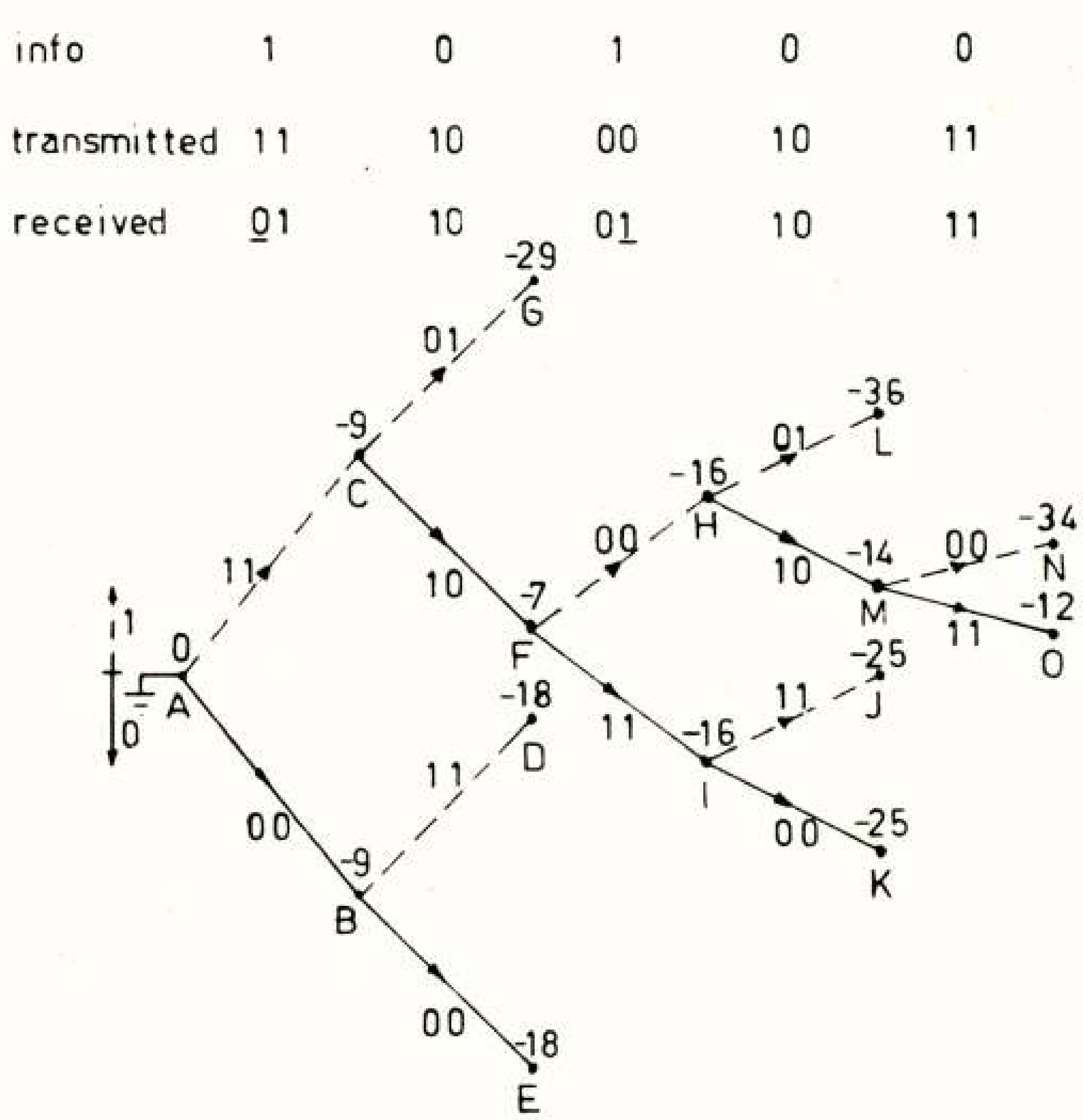


Fig. 6. Example of the operations of a stack decoder.

corresponding Fano metrics are indicated along the branches. The increments in the Fano metric are easily calculated from the distance between a received pair and the branch transition pair. We have scaled the values of the respective Fano metrics to integer values. Fig. 7 gives the stack content, where the capitals correspond with the capitals indicated in Fig. 6.

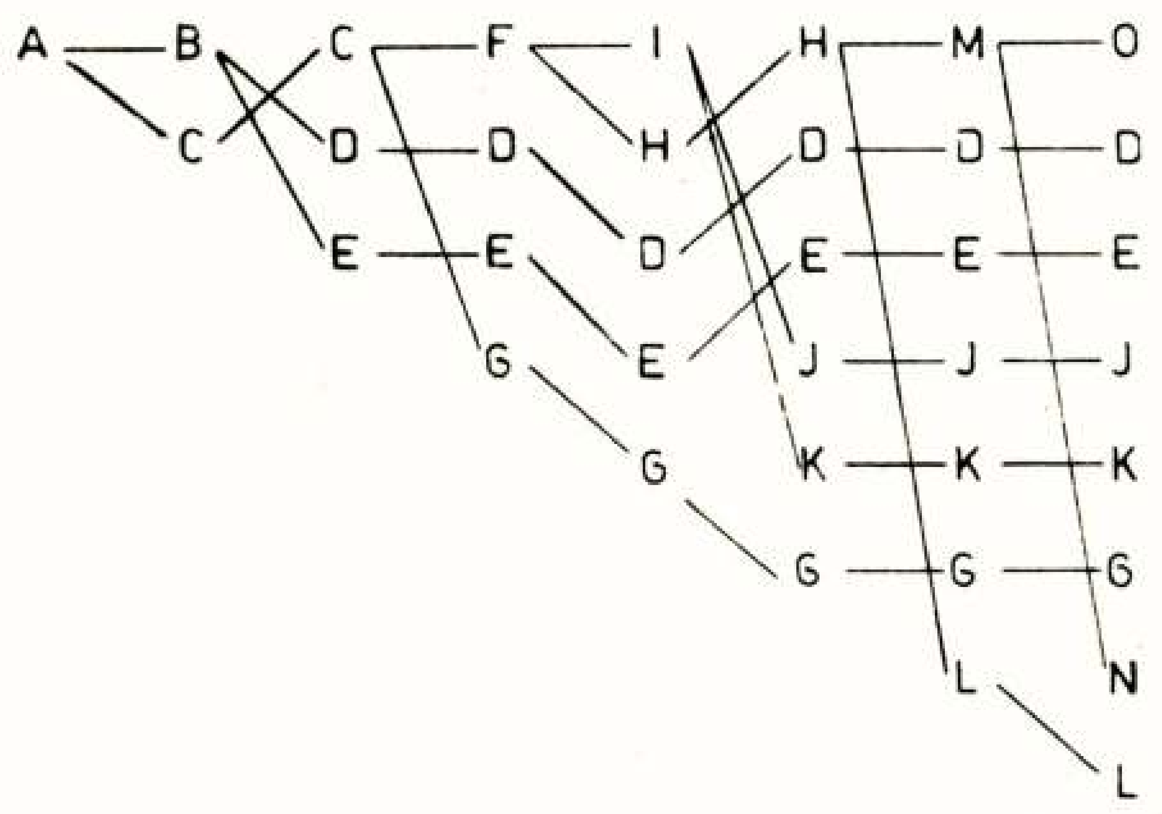


Fig. 7. Stack organization for the example of Fig. 6.

Both described algorithms can be found in comprehensive form in [4]. Jacobs [5], compares Viterbi decoding and sequential decoding for various channels. He also gives a detailed view on the practical applications of channel coding. The major drawback of the Viterbi (ML) decoding algorithm for long constraint length convolutional codes is the exponential growth of its complexity. Although still with exponential growth, Schalkwijk et al. [6] developed an alternative to the classical Viterbi decoder. Performance analysis of ML decoders for convolutional codes can be found in [1,7,8]. In [8], Schalkwijk et al. give an exact calculation of the event error probability. An other way to avoid the exponential growth of the Viterbi decoder is to use sequential decoding algorithms. Vinck et al. [9], reduce the computational complexity of these algorithms by exploiting symmetries of a class of convolutional codes.

Acknowledgement

The author wants to thank his collegue André de Paepe for his cooperation during the last four years.

REFERENCES

[1] A.J. Viterbi, "Convolutional Codes and their Performance in Communication Systems", IEEE Trans. Commun. Technol., Vol. COM-19, pp. 751-772, Oct. 1971.

[2] R.M. Fano, "A Heuristic Discussion of Probability Decoding", IEEE Trans. Info. Theory, Vol. IT-19, pp. 64-74, April 1963.

[3] J.L. Massey, "Variable-Length Codes and the Fano Metric", IEEE Trans. Inf. Theory, Vol. IT-18, pp. 196-198, Jan. 1972.

[4] A.J. Viterbi, and J.K. Omura, "Principles of Digital Communication and Coding", Wiley, 1979.

[5] I.M. Jacobs, "Practical Applications of Coding", IEEE Trans. Info. Theory, Vol. IT-20, pp. 305-310, May 1974.

[6] J.P.M. Schalkwijk, A.J. Vinck, and K.A. Post, "Syndrome Decoding of Binary Rate k/n Convolutional Codes", IEEE Trans. Info. Theory, Vol. IT-24, pp. 353-362, Sept. 1978.

[7] L. van de Meeberg, "A Tightened Upper Bound on the Error Probability of Binary Convolutional Codes with Viterbi Decoding", IEEE Trans. Info. Theory, Vol. IT-20, pp. 389-391, May 1974.

[8] J.P.M. Schalkwijk, K.A. Post, and J.P.J.C. Aarts, "On a Method of Calculating the Event Error Probability of Convolutional Codes with Maximum Likelihood Decoding", IEEE Symposium, Triest, Italy, June 25-29, 1979. Also to appear in the IEEE Trans. Info. Theory.

[9] A.J. Vinck, A.J.P. de Paepe, and J.P.M. Schalkwijk, "A Class of Binary Rate ½ Convolutional Codes that allows an Improved Stack Decoder", IEEE Symposium, Triest, Italy, June 25-29, 1979. Also to appear in the IEEE Trans. Info. Theory.

Voordracht gehouden op 30 mei 1979 in het gebouw voor Elektrotechniek THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 280), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI, en de Benelux Sectie IEEE.

U R S I

International Symposium on Information Theory, Grignano, Italy, June 25-29, 1979.

Commission C (signals and systems).

Het zal de deelnemer aan het Grignano Symposium niet ontgaan zijn dat informatietheorie vele toepassingen vindt in huidige communicatiesystemen en derhalve ook voor de Nederlandse Industrie van belang moet zijn. In sommige gebieden is de practijk de theorie al voorbijgestreefd. Het Symposium ging bijvoorbeeld van start met een voordracht door J.L. Massey getiteld: "Convolutional Codes - Theory Lagging Practice". Het onderzoek aangaande convolutie codes richt zich vooral op de complexiteit van de decodeeralgorithmen (zie: J.P.M. Schalkwijk, A.J. Vinck, and K.A. Post, IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-24, pp. 553-562, Sept. 1978). Ook op het gebied van network-protocols hebben we een soortgelijke situatie wat betreft theorie en practijk. Hier gaf R.G. Gallager een interessante voordracht getiteld: "Distributed Algorithms and Network Routing".

Het artikel "New Directions in Cryptography", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-22, pp. 644-654, Nov. 1976, van W. Diffie en M.E. Hellman kreeg de 1976/1977 Paper Award. De huidige computernetwerken met hun grote databestanden zijn aanleiding tot de toenemende interesse in het vercijferen van informatie. Diffie en Hellman hebben met hun "Public Key Cryptosystem" concept deze tak van de informatietheorie nieuw leven ingeblazen!

Bij Shannon's oorspronkelijke afleiding van de voornaamste resultaten betreffende bron/kanaalcodering en rate-distortion theorie speelden geometrische argumenten en waarschijnlijkheidsrekening de centrale rol. De huidige mode is deze resultaten af te leiden met behulp van het concept van de "jointly ϵ-typical sequences" (zie J.P.M. Schalkwijk, Tijdschrift NERG, vol. 44, nr. 4, 1979). Daarbij valt tevens een verschuiving waar te nemen van waarschijnlijkheidsrekening naar combinatoriek en grafentheorie. In dit verband is het interessant op te merken dat de traditionele existentiebewijzen op waarschijnlijkheidstheorie waren gebaseerd, terwijl de constructieve theorie van het coderen op combinatoriek berustte. Deze tweeslachtigheid wordt door de huidige combinatorische aanpak opgeheven. In een boeiende voordracht leidde J. Körner verbeterde foutenexponenten af met behulp van een grafentheoretisch resultaat van Lovász.

Tenslotte een opmerking over rate-distortion theorie. Deze theorie en de practijk van de spraak/beeldcodering hebben lang een gescheiden bestaan geleden. Een van de struikelblokken in de theorie was het vinden van realistische vervormingsmaten. De indruk bestaat dat in de komende jaren ook rate-distortion theorie snel toepassing zal vinden bij het digitaliseren van geluid en van beelden. Zoals gebruikelijk eindigde het Symposium met de "Shannon Lecture". Dit jaar viel J. Wolfowitz de eer te beurt deze voordracht te mogen houden en in het licht van de bovenstaande opmerkingen betreffende rate-distortion theorie was zijn onderwerp "On the Rate Distortion Function for Source Coding with Side Information at the Decoder" zeer relevant.

Prof.dr.ir. J.P.M. Schalkwijk,

Technische Hogeschool Eindhoven.

VAN DE REDACTIE

Redactioneel.
Tesamen met dit nummer ontvangt U een afdruk van het door de PTT uitgegeven drukwerk getiteld: "Viewdata". Deze boekjes werden ook uitgereikt op de werkvergadering over dit onderwerp (nr. 276). De PTT stelde ons in de gelegenheid al onze leden een exemplaar toe te zenden; hiervoor onze dank.

Het komend jaar wordt het 60 jarig bestaan gevierd van ons genootschap. In verband hiermede wil ik de redactie een speciaal jubileum nummer uitgeven. Er werd gezocht naar oude foto's, convocaten en andere geschriften. Het bleek dat wel over een compleet stel jaargangen van het tijdschrift beschikt kon worden, maar dat van voor 1960, er geen andere archiefmateriaal meer aanwezig is. Wie kan ons hieraan helpen? Bericht gaarne aan

Ir. M.Steffelaar, Postbus 39,
2260 AA Leidschendam of telefonisch 040-473368

VAN HET BESTUUR

ERGONOMIE EN INSTRUMENTATIE

Het woord 'instrument' betekent eigenlijk 'tussenvoegsel'. We omgeven ons met ontelbare instrumenten, die ons voorzien van gegevens of die ons helpen ingrijpen in situaties waar onze zintuigen en handen, letterlijk en figuurlijk, te kort schieten. Zeer groot is alleen al het aantal meetinstrumenten, waaraan elektronica ten grondslag ligt. In een vorm die toegankelijk is voor ons oog of oor komen de meetgegevens binnen ons bereik. Oog en oor hebben slechts een beperkt venster in het optische resp. akoestische spectrum, waarin een grote dynamiek bestaat met betrekking tot de intensiteit. Hoe komen de gegevens van het instrument naar ons toe? En komen ze werkelijk over, m.a.w. kunnen ze leiden tot een juiste observatie, die gevolgd moet worden door een interpretatie en daarna meestal door een doelmatige reactie. Kortom: hoe is de beschikbare instrumentele informatie aan te passen aan het menselijk vermogen tot opnemen. De ergonomie is bij uitstek het werkgebied waar men zoekt naar antwoord op deze vragen. De ingewikkelde naam, afkomstig van maar liefst twee Griekse woorden, staat voor een veelheid van interdisciplinaire activiteiten. Het was een goede greep van de programma-commissie om tijdens de tentoonstelling Het Instrument dit jaar binnen het NERG eens aandacht te schenken aan de ergonomische aspecten van meetinstrumenten. Niet slechts het aanbod van visuele informatie, maar ook het ontwerp van het instrument en het functioneren hiervan in de werkomgeving verdienen onze belangstellende zorg.

Het woord 'instrument' kan ook in zeer overdrachtelijke betekenissen voorkomen. Men komt het begrip tegen o.m. in de rechtswetenschap en de sociologie. Zelfs in de poëzie, zelfs in het Nederlandse volkslied! Zo zouden we het NERG kunnen zien als een belangrijk instrument voor zijn vele en verspreid werkende leden en binnen het NERG is ons tijdschrift en misschien zelfs deze rubriek te zien als een instrument. Vermeldenswaard is deze keer onze activiteit als sponsor van internationale congressen. Het vierde symposium over 'Mathematical Theory of Networks and Systems', dat begin juli in Delft plaats vond verliep heel succesvol, onder de bezielende leiding van Prof. P. Dewilde en zijn hardwerkende staf. Ons erelid Prof.Dr.Ir. B.D.H. Tellegen, pionier op het gebied van de netwerktheorie, ontving tijdens de openingsplechtigheid een hartelijk huldeblijk en een kleurrijk aandenken in de vorm van een boek over zijn dorpsgenoot Vincent van Gogh. Omvangrijker en geheel anders van opzet werd het 'Congress on Optical Communication' in de RAI midden september.

Verschillende NERG-leden hebben meegewerkt aan een belangrijke probleemanalyse, die vorm kreeg in het onlangs verschenen rapport 'Elektronica in het niet-universitaire Beroepsonderwijs". Gezien de grote veranderingen in het vakgebied der elektronica is een doeltreffende aanpassing van het onderwijs van levensbelang. Het rapport is door belangstellenden aan te vragen bij het secretariaat van de S.V.E.N., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk.
Ook over het universitaire elektronica-onderwijs is hier wat te vermelden. Na de twee zeer geslaagde postacademische cursussen dit voorjaar aan de TH-Delft, zou Eindhoven volgen met een goed doordachte cursus. Toen de inschrijving aanvankelijk wat tegenviel kwam het besluit de cursus voorshands geen doorgang te doen vinden. In de weken daarna kwamen er nog tientallen aanmeldingen binnen. Was de cursusleiding niet wat te voorbarig geweest? Laten we het PATO vooral niet al te mooi willen maken. De afgestudeerde, die zich komt nascholen is vaak ook al enorm geholpen met een beschikbaar collegedictaat en een paar reprints van artikelen. Onze PATO-ayatollah Beekhuizen fronste zijn snor bij deze droeve mare. Zoals slechts onderwijsmensen dat doen in die gespannen sfeer tussen slagen en falen....

W.H.



Prof.Dr.Ir. B.D.H. Tellegen, erelid NERG, ontving op 3 juli j.l. in Delft huldeblijken tijdens het Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems. Links de symposium-chairman Prof. P. Dewilde (THD), rechts Prof. I.C. Gohberg (Universiteit Tel Aviv).

VARIA

Boekennieuws.

Ter recensie ontvangen boeken:

Van Educa boek bv ontvingen wij:

Elektrische meettechniek deel 2, door Ir. J.A. Huysen.
230 pag; 230x153 mm; prijs 32,50

Elektronische meetinstrumenten door R. Davids.
96 pag; 230x153 mm; prijs 19,25

Regeltechniek, door C. Rijsberman en H.P.M. Spee
215 pag; 230x153 mm; prijs 32,50

Technologie voor elektrotechnici 3E, door J.A.Delstra en W. de Jong
278 pag; + opgaveboekje 38 pag; 230x153 mm; prijs 39,50

Functioneel schakelen deel 1 2e druk, door Ir. J.J. Schragen
240 pag; 230x153 mm; prijs 35,--

Voorts werd ontvangen:

Signalling in telecommunications networks, door Samuel Welch (UK Post Office), uitgegeven door Peter Peregrinus LTD.
382 pag; 212x132mm; prijs £ 12.oo

De redactie zou gaarne in kontakt komen met leden die een van deze boeken zouden willen recenseren.

UIT HET NERG

1) Werkvergaderingen

Op 26 september zal tijdens de tentoonstelling "Het Instrument" een werkvergadering worden gehouden met als thema "Ergonomische aspecten van instrumenten". De sprekers zullen aandacht besteden aan ergonomische facetten van o.a. displays en gebruiksaanwijzingen.

Op 3 oktober zal een werkvergadering plaats vinden, die zal handelen over verkeersafwikkeling in telefooncentrales. Hierbij zal o.a. ingegaan worden op de behandeling van telefoonverkeer in door computer bestuurde telefooncentrales.

Op 23 oktober zal een dag gewijd worden aan "Elektronica in de automobiel". De toepassing van moderne elektronica technieken en componenten in de auto zal worden besproken.

In november zal een herhaling plaats vinden van de werkvergadering "Elektronische studiotechniek". Het zeer grote succes van een vorige vergadering over dit onderwerp heeft tot deze herhaling aanleiding gegeven.

Op 7 december zal een werkvergadering worden gehouden met als thema "Stroomvoorziening in telefoniecentrales". Tijdens de lezingen zal aandacht worden besteed aan de vermogens-elektronica.

Gedurende de tweede helft van december zal een dag gewijd worden aan metingen met de experimentele satellieten SIRIO en OTS. De sprekers zullen aandacht besteden aan aspecten van de satellietcommunicatie in de 12 GHz band.

Gedurende de eerste helft van 1980 zijn werkvergaderingen voorzien, die zullen handelen over:

- frequency synthesizers
- digitale audio- en videotechnieken
- luchtverkeersregeling
- radio en radar in havens en op rivieren.

2. PATO-cursussen

Binnen het kader van het Post Academisch Technisch Onderwijs (PATO) in de Elektrotechniek is gedurende de nabije toekomst een toenemend aantal cursussen te verwachten. Gedurende de tweede helft van 1979 zullen de volgende cursussen plaats vinden:

6-7 september: Micro-electronica (Enschede)
17-19 oktober: Integrated circuits design (Enschede)

Informatie over de cursussen kan verkregen worden bij het PATO-centrum in de Technische Hogeschool Delft.

3. Summerschools en symposia

21-24 augustus: Digitale signaalverwerking (Eindhoven)
17-19 september: International Symposium on optical communications (Amsterdam).

4. Algemeen

Indien U suggesties heeft voor nieuwe onderwerpen, die op werkvergaderingen kunnen worden behandeld, of opmerkingen heeft over reeds gehouden of geplande werkvergaderingen, dan worden Uw reakties gaarne ontvangen door de programmacommissaris:

J.Neessen
Dr. Neher Laboratorium
St. Paulusstraat 4
Leidschendam
Tel. 070-755591

Ontvangen correspondentie

Prof.Ir. B.van Dijl ontving naar aanleiding van zijn lezing op 13 april 1978 in Nijkerk (zie deel 43, pagina 43), een schriftelijke reactie van Ir. J.Rodrigues de Miranda. In verband met de historische waarde ervan drukken wij deze brief hier onverkort af.

Eindhoven, 5 juli 1978

Beste Bob,
Het is al lang geleden dat ik je zo aansprak, maar ik vertrouw er op, dat ik dat nog mag.
Door omstandigheden kon ik helaas niet op de vergadering in Nijkerk aanwezig zijn, waar jij enige "nostalgische herinneringen" over de Radio-Technicus-examens hebt opgehaald.
Ook weer door omstandigheden buiten mijn schuld heb ik juist de overname van de examens door het NERG niet, de periode daarvoor en daarna wel meegemaakt.
Ik wilde graag de geschiedenis van die examens aanvullen door te memoreren, dat die examens zijn ingesteld door de toenmalige NBR (Bond van Radio Handelaren) naar ik meen in 1926. De voorzitter van die bond was A.van Santen, de secretaris was Mr. van Ginhoven.
De voorzitter van de examencommissie was de heer P. Geervliet, de secretaris Mr. van Ginhoven. De examens werden toen afgenomen in de M.T.S. aan de Plantage Muidergracht, Amsterdam. Ik trad tot de commissie toe in 1928, dus 50 jaar geleden.
In de NBR ontstonden strubbelingen, o.a. in verband met de verhouding tot Philips en zo vond een bestuurswisseling plaats, met als gevolg dat nu als secretaris van de examencommissie een Mr.van Rij optrad. De NBR nieuwe gedaante procedeerde tegen Philips, verloor het proces, ging failliet en toen bleek dat ook de examengelden opgeprocedeerd waren (1930-1931).
Het resultaat was:
a) de examinatoren ontvingen hun vergoedingen niet
b) de examencommissie kwam in de lucht te hangen.
Dit laatste gold dus ook voor de particuliere cursussen en aangezien de "examencommissie" de (toekomstige) candidaten niet wilde duperen, werd besloten tijdelijk zelfstandig op te treden. Dit geschiedde tijdens een bespreking waarbij o.a. De Lange en Hanewinckel aanwezig waren. Ik trad toen als tijdelijk voorzitter op.
Daarna hebben we de NVVR bereid gevonden - en daarbij heeft Slikkerveer een belangrijke rol gespeeld - om de examens onder haar hoede te nemen.
De eerste examens in die vorm werden in het bekende Krasnapolski in Amsterdam afgenomen.
De rol die Slikkerveer, o.a. bij de organisatie en administratie van de examens heeft gespeeld is boven alle lof verheven.
Ik hoop dat je deze aanvulling op de geschiedschrijving van de RT examens op prijs stelt.
Met de beste wensen en hartelijke groeten,

Ko R.de Miranda

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Ir. R.H. Boon, De Roerdomp 111, Purmerend
Ir. A. de Kooter, Schweitzerplein 15, Gouda
Ir. P. Leever, Boekweitakker 10, Doorn

Nieuwe leden

L. Bussink, Cirkel 10, Dordrecht
Ir. J. Geradts, Tasmanstraat 11, Den Haag
Ir. B.Th. Harbers, Paulus Potterlaan 3, Hilversum
Ir. M. Sikkens, Voorwerk 12, Winsum
Ir. C.D.R. de Vaal, Het Geuzenhuis 2, Gorinchem
Dr.ir. J.O. Voorman, Sleedoorn 32, Geldrop

Nieuwe adressen van leden

Ir. F.E. van Bochove, Harrelaers 2, Heiloo
J.F. Deckwitz, Park de Kotten 164, Enschede
Ing. W. Hermes, Noorderweg 160, Hilversum
Ir. M.E. Kopijn, Colenso 73, Soest
Ir. P.A. Mantel, J.M. Molenaerplein 19, Heemstede
J.J. Nathan Cohen, Duivenkamp 905, Maarssen
Ir. J.J. Scholten, Vogelzand 2218, Julianadorp
Ing. G.J. van Velzen, Mecklenburg 37, Sassenheim
Ir. J.A.H. van Voorthuizen, H. Tollensstraat 288, Delft

ECCTD - 80. 1980 European Conference on Circuit Theory and Design; Warsau, Poland. 2-5 september 1980
Deadline for submission of papers: 1 jan. 1980.
Nadere inlichtingen: Prof.T. Moranski, Politechnika Warszawska, Wydzial Elektroniki, ul. Nowowiejska 15/19 00-665 Warszawa, Poland. Telex 813307

Esscirc 79. Fifth European Solid State Circuits Conference, Southampton, September 18-21, 1979.
Further information: Miss C. Daynall, Press Office IEE, Savoy Place, London WC 2, Telephone: 01-240-1871 Ext. 280.

Radio Transmitters and Modulation Techniques; London 24-25 March 1980. Further information: IEE Conference Department, Savoy Place London WC2R OBL.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 44 - nr. 4 - 1979

druk: Het Zuiden Eindhoven